This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

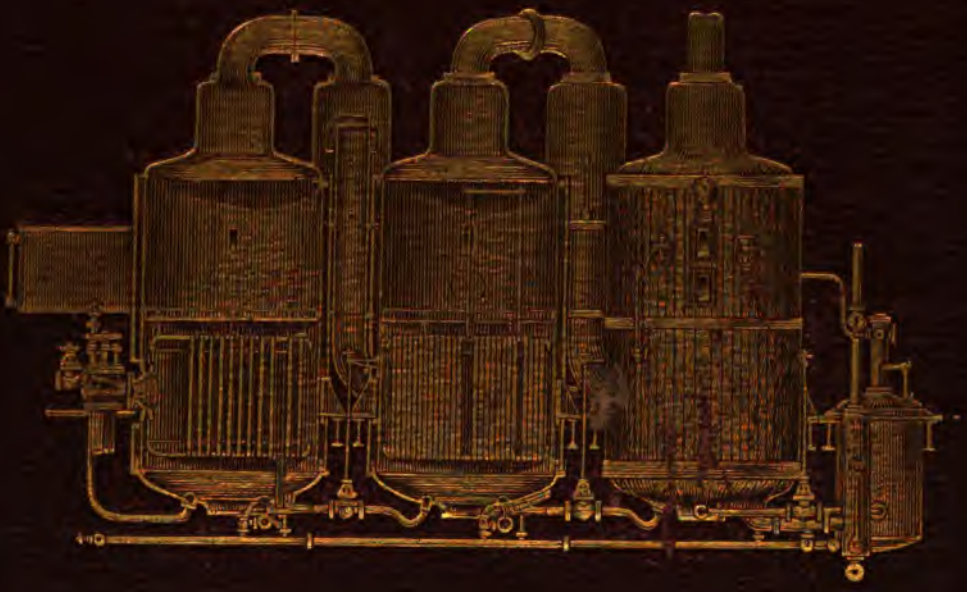
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received Sept. 1899.
Accession No. 77135. Class No.

fr 239-241

Handbuch der Zuckerfabrikation.

Vierte Auflage.

Stohmann's

Handbuch

der

Zuckerfabrikation.

Vierte Auflage,

vollständig neubearbeitet von

Dr. A. Rümpler

in Breslau.

Friedrich Karl Adolf Stohmann

Mit 223 Textabbildungen und fünf Tafeln.

Berlin.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey.

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., Hedemannstraße 10.

1899.

TP 290
S8
1899

Alle Rechte vorbehalten.

77135

Druck von W. Bügenstein, Berlin.

A. I. L.

Vorwort des Verfassers zur dritten Auflage.

In dem Vorworte zur ersten Auflage habe ich mich über den Zweck, welchen ich mit der Herausgabe dieses Buches verband, folgendermaßen geäußert:

„Bei der Begründung einer Zuckerfabrik treten in der Regel eine Reihe von Männern zusammen, die bislang durch ihren Beruf wenig Gelegenheit gehabt haben, weder das Wesen der Fabrikation, noch die dabei zur Ausführung kommenden Vorgänge irgendwie genauer kennen zu lernen. Für diese ist das Buch, welches ich hiermit der Öffentlichkeit übergebe, zunächst bestimmt. Bei der Verfassung desselben habe ich mir folgende Aufgaben gestellt:

„Ich will in einfacher, leicht verständlicher Weise, ohne wesentliche Vorkenntnisse vorauszusetzen, die verschiedenen Prozesse der Fabrikation wissenschaftlich erklären.

„Ich will die Bedingungen, welche erfüllt sein müssen, wenn die Prosperität der mit Aufwand großer Kapitalien zu errichtenden Fabrik gesichert sein soll, klar legen.

„Ich will, da wo für gleichen Zweck verschiedene Arbeitsweisen zur Anwendung kommen, die einzelnen Methoden miteinander in ihren Vorzügen und in ihren Mängeln vergleichen und diese gegeneinander abwägen.

„Ich will auf die verschiedenen Ursachen von Materialverlusten und deren Beseitigung hinweisen.

„Ich will endlich ein Bild von dem gegenwärtigen Zustande der ganzen Fabrikation geben."

Als mir nun mein Verleger schrieb, es sei wiederum ein Neudruck des Handbuches nötig, glaubte ich hierin den Beweis erblicken zu dürfen, daß es mir geglückt sei, die richtige Behandlungsweise für

meinen Stoff gefunden zu haben. Im Vertrauen hierauf habe ich die Art der Bearbeitung in der hier vorliegenden dritten Auflage unverändert gelassen, dagegen mein Augenmerk darauf gerichtet, Veraltetes auszumerzen und dafür neue Errungenschaften, an denen die Zuckerfabrikation so reich ist, einzuführen.

Während die erste Auflage, entsprechend der Zeit, in welcher sie geschrieben war, noch von hydraulischen Pressen und anderen Saftgewinnungsmethoden handelte, sind diese als veraltet in die zweite Auflage nicht mehr übergegangen. Beim Erscheinen der zweiten Auflage hatten zwar bereits manche mutige Fabrikanten es gewagt, mit einer alten Überlieferung, welche alles Heil der Zuckerfabrikation in der Knochenkohle fand, zu brechen; sehr viele hielten aber noch an dem Gewohnten fest. Mein Buch bezeichnete schon damals das Knochenkohlenhaus als ein zu beseitigendes Übel. In der jetzigen Auflage konnte ich das ganze große, von diesem Gegenstande handelnde Kapitel streichen.

Ich bin damit meiner Absicht, den gegenwärtigen Stand der Fabrikation zu schildern, getreu geblieben.

Durch diese umfänglichen Kürzungen ist es möglich geworden, trotz der vielen Bereicherungen, welche diese neue Auflage erfahren hat, den Umfang derselben nicht wesentlich über den der vorigen heranwachsen zu lassen.

Wie bei den vorigen Auflagen, so habe ich mich auch bei dieser der Unterstützung vieler Männer zu erfreuen gehabt. Praktische Zuckerfabrikanten sind mir mit größter Zuvorkommenheit mit Rat und Lehre zur Hand gegangen. Maschinenfabrikanten und Ingenieure setzten mich in Stand, ausschließlich Originalabbildungen zu bringen. Allen sage ich wärmsten Dank.

Trotz dieser mannigfachen Hilfen bin ich weit davon entfernt zu glauben, Vollkommenes geleistet zu haben und werde Jedem erkenntlich sein, der mich auf Mängel aufmerksam machen will, um diese beseitigen zu können, wenn ein gütiges Geschick es mir vergönnen sollte, noch eine vierte Auflage meines Buches zu schreiben.

Leipzig, im September 1893.

F. Stohmann.

Vorwort des Herausgebers zur vierten Auflage.

Das Werk eines Anderen neu zu bearbeiten ist oft schwerer, als ein eigenes von Grund auf neu zu schaffen, weil man dabei nicht frei seine eigenen Gedanken entwickeln kann, sondern dieselben fortwährend denen eines Anderen unterordnen muß, will man nicht den ganzen Aufbau zerstören, den letzterer errichtet hat; dabei fühlt und trägt man die ganze Verantwortung nicht nur für die eigenen Worte, sondern auch für alles, was jener geschrieben hat. Bei dem vorliegenden Werke, dessen Neubearbeitung ich auf Wunsch des Verlegers, Herrn Dr. Parey, übernommen habe, wurde die Arbeit noch dadurch einigermaßen erschwert, das der verstorbene Verfasser im höheren Alter die Fühlung mit der lebendigen Praxis ein wenig verloren hatte und infolgedessen manche Dinge mit großer Ausführlichkeit vortrug, die schon einer vergangenen Zeit angehörten, neuere Einrichtungen dagegen oft ziemlich kurz behandelte.

Bearbeiter ist bemüht gewesen, den Charakter des Stohmannschen Werkes, der demselben so viele Freunde erworben hat, nämlich die übersichtliche Einteilung des Stoffes und die, dem verstorbenen Verfasser eigentümliche, klare und einfache Sprechweise auf das Getreueste festzuhalten, doch hat er sich nicht gescheut, Veraltetes einfach wegzulassen.

So sind z. B. die zahlreichen Variationen der Scheidepfannen, rund oder viereckig, mit oder ohne Doppelboden, und die eben so zahlreichen Abbildungen der verschiedenen Schlangenvakuums, die sich nur in unwesentlichen Dingen von einander unterscheiden, nebst den dazu gehörigen langen Beschreibungen in der neuen Auflage nicht mehr zu finden.

Das Neue, welches den frei gewordenen Platz ausfüllt, besteht, wie es in der Natur der Sache liegt, vorzugsweise in modernen Konstruktionen von Maschinen und Apparaten, doch wird der kundige Leser auch über die Chemie in der Zuckerfabrikation und über die in derselben gebräuchlichen Arbeitsmethoden manches finden, was in den früheren Auflagen nicht enthalten war.

Bei der Besprechung der verschiedenen Apparate sind besonders die Filterpressen, die Verdampfeinrichtungen und die Kochapparate in größerem Umfange, als früher, berücksichtigt worden; im Baue gerade dieser Apparate sind im Laufe des letzten Jahrzehnts sehr bedeutende Fortschritte gemacht worden. Das Bestreben des Verfassers ging dabei dahin, möglichst alle ihm bekannten Einrichtungen, soweit sie typisch sind und eine größere Verbreitung in der Industrie genießen, in dem, was ihnen wesentlich ist, genau zu erklären und deren Vorzüge und Nachteile gerecht zu beurteilen. Die Anzahl der Abbildungen hat sich dabei um etwa 50 vermehrt, trotzdem eine ganze Reihe der in der früheren Auflage enthaltenen als veraltet beseitigt worden sind. Den Maschinenfabriken, welche mir mit Originalzeichnungen und Clichés zur Hand gingen, sage ich an dieser Stelle meinen Dank.

Von den in der Zuckerfabrikation gebräuchlichsten Arbeitsweisen hat die moderne Nachproduktsarbeit eine besondere Berücksichtigung erfahren; diesem Teile der Fabrikation ist ein ganzes Kapitel für sich eingeräumt worden, was wohl der Wichtigkeit, welche derselbe besitzt, durchaus entspricht.

Von den in der vorigen Auflage noch zu finden gewesenen Methoden der Entzuckerung der Melasse sind diejenigen, welche gar nicht mehr oder nur in sehr geringem Umfange betrieben werden, weggelassen, die anderen fast unverändert wieder aufgenommen worden. Die Methode der Entzuckerung mit Baryt ist etwas ausführlicher, als früher, die mit Bleioxyd ganz neu besprochen worden.

Daß das Buch trotz der vielfachen Kürzungen, welche vorgenommen wurden, sich in seinem Umfange um fast 100 Seiten vermehrt hat, möge dem geneigten Leser nicht leid sein.

Breslau, im Frühjahr 1899.

A. Rümpler.

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

Erster Abschnitt.

Anlage und Material.

Erstes Kapitel.

Von der Anlage der Zuckerfabrik.

1. Auswahl der Lokalität 5
   1. Geeigneter Boden 5
   2. Günstige klimatische Verhältnisse 6
   3. Genügender Zu- und Abfluß von Wasser 7
   4. Genügende Arbeitskräfte 14
   5. Wohlfeiles Brennmaterial 14
   6. Günstige Transportverhältnisse 15
2. Beschaffung des Rohmaterials 16
3. Bau und Einrichtung der Fabrik 20
4. Die Leitung der Fabrik 21

Zweites Kapitel.

Die Rüben.

1. Der Rübensamen 31
2. Vorbereitung und Düngung des Bodens 33
3. Die Aussaat 39
4. Die Arbeit während des Wachstums 41
5. Ernte und Aufbewahrung 43
6. Die Rübenblätter 46

Drittes Kapitel.

Die Bestandteile der Rübe.

1. Die geformten Bestandteile 49
2. Mark und Saft 50

Seite
3. Wasser- und Trockensubstanzgehalt des Saftes 52
4. Der Nichtzucker 54
A. Stickstofffreie, organische Nichtzuckerstoffe der Rübe 44
I. Pflanzensäuren 54
II. Gummiarten 57
III. Zuckerarten 58
IV. Rübenfarbstoff 59
V. Fette und Harze 60
VI. Aromatische Stoffe 60
B. Die stickstoffhaltigen, organischen Bestandteile der Rübe 61
C. Die anorganischen Bestandteile der Rüben 63
5. Die Reinheit des Saftes 64
6. Eigenschaften des Zuckers 66

Zweiter Abschnitt.

Die Abscheidung des Zuckers aus der Rübe.

Erstes Kapitel.

Vorbereitende Operationen.

1. Hof, Rübenhaus, Schwemme 75
2. Die Abscheidung des Schlammwassers 79
3. Die Rübenwäsche 86
4. Schüttelsieb, Putztransporteur und Elevator 90
5. Das Verwiegen der Rüben 93
1. Die Automatische Rübenwage „Chronos" 94
2. Die Rübenwage von Gebr. Böhmer 97
3. Die Schoenfelder'sche Wage 101
6. Das Schmutzwasser 101

Zweites Kapitel.

Die Saftgewinnung.

I. Erklärung der Diffusionsvorgänge 104
1. Die Diffusion 104
2. Die Anziehungskraft oder das Attraktionsvermögen der Moleküle . . . 105
3. Das Aufsaugungs- oder Quellungsvermögen der Membran 107
4. Das Filtrationsvermögen der Membran 108
5. Einfluß spezieller Eigenschaften der Moleküle 109
6. Einfluß der Temperatur 110
7. Diffusion zusammengesetzter Lösungen 111
8. Diffusion von Zelle zu Zelle 113

Seite

II. Ausführung des Diffusionsverfahrens 114
1. Das Schneiden der Rüben 114
Die Schnitzelmaschine 116
Die Schneidscheibe 120
Die Messerkasten 122
Die Schnitzelmesser 125
Fingermesser, Seitenschnittmesser, Königsfelder Messer 126
Dachrippenmesser 127
Putsch's Stockrübenmesser 128
Aderstedter Doppelmesser 129
Bergreen'sche Doppelmesser 129
Die Schärfmaschine 130
2. Der Diffusionsapparat im allgemeinen 134
3. Die Diffusionsgefäße 136
4. Die Ausrüstung der Diffusion 140
1. Uebersteiger und Wärmeapparat 140
2. Der Entlufter 145
3. Die Ventil- und Rohrarmatur der Diffusionsbatterie . . . 148
5. Die Anordnung der Diffusionsbatterie, Zu- und Abführung der Schnitzel 152
Ältere Batterie 153
Kreisförmige Batterie 161
Geradlinige Batterie mit Rechentransporteur 162
6. Der Betrieb der Diffusion 168
a. Beginn des Betriebes 168
b. Regelmäßiger Betrieb 171
c. Schluß des Betriebes 178
7. Einige besondere Arten des Diffusionsbetriebes 179
1. Die geteilte Batterie 179
2. Betrieb der Diffusion mit komprimierter Luft 181
8. Die Betriebskontrolle bei der Diffusion 185
9. Die Schnitzelpresse 190
10. Konservierung der Schnitzel 200
11. Zusammensetzung der Diffusionsrückstände 218

Dritter Abschnitt.

Die Reinigung des Saftes.

Erstes Kapitel.

Die Kalkscheidung und Saturation.

1. Wesen der Kalkscheidung und Saturation 221
2. Der Faser- oder Pülpefänger 230
3. Der Vorwärmer 232

Seite

4. Die Scheidepfanne 238
5. Saftheber und Schlammpumpe 245
6. Der Scheidekalk 255
7. Ausführung der Scheidung und Saturation 259
   a. Die Scheidesaturation 260
   b. Die Scheidung mit doppelter Saturation 262
   c. Trennung von Scheidung und Saturation 264
   d. Trockenkalkscheidung 267
   e. Die Schwefelei des Dünnsaftes 268
   f. Kontinuierliche Scheidung und Saturation 270
8. Die Alkalität der Säfte 272
9. Elektrische Scheidung 274
10. Die Filterpresse 276
    1. Die Filterpresse mit centraler Schlammzuführung 278
    2. Filterpresse mit seitlichem Schlammkanale 283
    3. Filterpresse mit absoluter Auswaschung nach Dehne 285
    4. Die Kroog'schen Filterpressen 287
    5. Die Beeg'sche Filterpresse 291
11. Wirkung von Scheidung und Saturation 293
12. Die Schlammkuchen 296

Zweites Kapitel.

Gewinnung der Kohlensäure und der schwefeligen Säure.

1. Gewinnungsmethoden für die Kohlensäure 299
2. Kindler's Kohlensäureofen 302
3. Der Kohlensäure-Kalkofen 303
   Kalkofen mit direkter Feuerung 304
   Kalkofen mit Gasfeuerung 305
   Französischer Kalkofen 312
4. Reinigung der Kohlensäure 313
5. Die Kohlensäure-Luftpumpe 317
6. Kohlensäure-Dampfstrahlinjektor 320
7. Darstellung der schwefeligen Säure 323

Drittes Kapitel.

Die Filtration.

1. Meyer's Kiesfiltration 332
2. Schwager's Kegelfaltenfilter 337
3. Beutelfilter Kasalowsky 340
4. Niederdruckfilter „Claritas" 341
5. S. v. Ehrenstein's Zwischenfilter 342
6. Filterpressen 343

Vierter Abschnitt.

Die Konzentrierung des Saftes.

Erstes Kapitel.

Das Verdampfen.

Seite

1. Methoden der Verdampfung 349
2. Verdampfen und Sieden 350
3. Die Verdampfapparate 360
4. Leistungsfähigkeit der verschiedenen Verdampfapparate 367
5. Zweikörperapparat 376
   - Brüdenwasserfänger von Jelinek 381
   - Hodek's Saftfänger 383
   - Vakuummeter 384
   - Kondensator und Luftpumpe 386
   - Verbesserte Formen der Kondensatoren 392
     1. Schwager's Kondensator 293
     2. Gegenstrom-Kondensator für nasse Luftpumpen 395
     3. Greiner's Regenstrom-Kondensator 395
     4. C. Heckmann's Regen-Gegenstromkondensator 396
6. Die Arbeit am Zweikörperapparate 396
7. Stehender Verdampfapparat mit Vorwärmer 406
8. Liegende Verdampfapparate 408
9. Der Innenpfannen-Verdampfapparat, Patent Müller 416
10. Dreikörperapparate 419
11. Mehrkörperapparate 424
12. Schwager's Rieselapparat 433
13. Verdampfverfahren Chapman-Claassen 437
14. Einige besondere Einrichtungen an Verdampfapparaten 439
    1. Der Cirkulator 430
    2. Der Heckmann'sche Schaumabscheider 440
    3. Der Saftüberlauf von C. Heckmann 440
    4. Die Zwischenfiltration 441
15. Weitere Behandlung des Dicksaftes 444
16. Das Abflußwasser vom Kondensator (Fallwasser) 448

Zweites Kapitel.

Das Verkochen.

1. Methoden des Verkochens 456
2. Die Apparate 461
3. Das Schlangenvakuum 462
4. Das Röhrenvakuum 467
5 C. Heckmann's Vakuum mit Heizelementen 469
6. Das Greiner'sche Vakuum 473

Seite
7. Die Arbeit am Vakuum 474
8. Störungen beim Kochen 481
9. Die Huch'sche Kochmaische 482
10. Dampfsammler, Wassersammler und Kondenstopf 485

Fünfter Abschnitt.

Die Füllmasse.

Erstes Kapitel.

Die Gewinnung des Erstproduktes.

1. Die Arbeit mit Schützenbach'schen Kasten 494
2. Die Schleudermaschinen oder Centrifugen 495
3. Konstruktionen der Centrifugen 499
4. Centrifuge, System Fesca 500
5. Englische Centrifuge 507
6. Centrifuge mit unterer Entleerung 507
7. Zubereitung der Füllmasse für das Schleudern 510
8. Die Arbeit an der Centrifuge 514
9. Die Arbeit mit Submaischen 516

Zweites Kapitel.

Die Nachproduktsarbeit.

1. Das Blankkochen 521
2. Die Kryställisation in Bewegung nach Dr. J. Bock's Patenten . . . 524
3. Das Grossé'sche Verfahren 525
4. Das Freitag-Lenze'sche Verfahren 527
5. Die Zurücknahme der Abläufe in die Vorstationen 527

Drittes Kapitel.

Der Rohzucker 532

Viertes Kapitel.

Konsumzuckerarbeit.

I. Kryställzucker 538
1. Die Wasserdecke. 539
2. Die Klärseldecke 540
3. Die Dampfdecke 543
4. Die Dampfnebeldecke 545
5. Verwendung von komprimierter Luft 546
6. Steffen's Auswaschverfahren 547
7. Deckverfahren von Drost & Schulz 547

Seite
II. Melis 549
1. Behandlung der Melisfüllmasse 551
2. Die Arbeit des Zuckerbodens bei der Melisfabrikation nach der älteren Methode 554
3. Die Arbeit mit der Brotcentrifuge 557
4. Zurichten und Trocknen des Melis 564
5. Würfelmelis 566
6. Pilézucker 571
III. Farin 572
IV. Nachprodukte der Konsumzuckerfabrikation 574

Sechster Abschnitt.

Die Melasse.

Allgemeines 575

Erstes Kapitel.

Osmose.

1. Wesen des Verfahrens 582
2. Der Osmoseapparat 583
3. Zusammenstellung des Apparates 589
4. Die Arbeit am Osmoseapparate 590
5. Weitere Behandlung der osmosierten Melasse 596
6. Das Osmosewasser 597
7. Vorteile und Nachteile des Osmoseverfahrens 598

Zweites Kapitel.

Scheibler's Elution.

1. Wesen des Verfahrens 604
2. Darstellung des festen Melassekalkes 606
3. Auswaschen des Melassekalkes 610
4. Wiedergewinnung des Spiritus aus dem Zuckerkalke 612
5. Wiedergewinnung des Spiritus aus den Waschflüssigkeiten 613
6. Zusammensetzung der destillierten Waschflüssigkeit 614
7. Eisfeldt's Verbesserungen des Elutionsverfahrens 616

Drittes Kapitel.

Entzuckerung ohne Alkohol.

Steffen's Ausscheidungs-Verfahren 619

Viertes Kapitel.

Die Strontianmethoden.

Seite

1. Die Arbeit nach D. R.-P. Nr. 15 385 623
2. Die Arbeit nach D. R.-P. Nr. 22 000 und 26 597 629

Fünftes Kapitel.

Die Barytmethoden 632

Sechstes Kapitel.

Das Wohl'sche Bleiverfahren 635

Siebentes Kapitel.

Rückblick auf die verschiedenen Entzuckerungsmethoden . . 637

Anhang:

Pläne von Zuckerfabrik-Anlagen 640

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Einleitung.

Die sogen. landwirtschaftlichen Gewerbe, zu denen die Zuckerfabrikation gehört, ermöglichen es, den der Natur abgewonnenen Produkten eine Form zu geben, in welcher sie für den menschlichen Gebrauch nützlicher und wertvoller werden und infolgedessen beim Verkaufe einen höheren Preis erzielen. Da die Herstellungskosten der auf den Markt zu bringenden Fabrikate, bei normalem Verlaufe des Betriebes, geringer sein müssen als ihr Verkaufspreis, so wird der Ertrag der Landwirtschaft durch Einschaltung von zweckentsprechend auszuwählenden Fabrikbetrieben gesteigert.

Von größerer Bedeutung aber, als diese direkte Steigerung der Rente, ist der Umstand, daß bei den bedeutendsten der landwirtschaftlichen Gewerbe, nämlich bei der Spiritus-, Zucker- und Stärkemehlfabrikation, nicht das ganze Rohmaterial, sondern nur bestimmte Teile desselben verkauft werden, andere aber der Wirtschaft verbleiben. Die Zuckerfabrik bringt den aus der Rübe gezogenen Zucker, die Spiritus- und die Stärkemehlfabrik den aus der Kartoffel gewonnenen Alkohol, das Stärkemehl auf den Markt, während alle übrigen Bestandteile der Zuckerrübe, wie der Kartoffel, in den Fabrikationsnebenprodukten der Wirtschaft erhalten werden, oder doch erhalten werden können.

Diese Nebenprodukte, Schlempe, Diffusionsrückstände, Kartoffelpülpe, lassen sich durch die Vermittelung des Tierkörpers wieder in wertvolle Stoffe, in Fleisch, Fett, Milch umsetzen und tragen durch den Verkauf derselben ebenfalls zur Steigerung der Rente der Wirtschaft bei. Endlich wird, durch die beim technischen Betriebe sich von selbst ergebende größere Viehhaltung, die Düngererzeugung zum Vor-

teile der Wirtschaft außerordentlich vermehrt, und durch sie fließen dem Boden die ihm in den Ernten entnommenen Nährstoffe in vollkommenstem Maße wieder zu. In dem Zucker, dem Spiritus, dem Stärkemehl werden nur Stoffe aus der Wirtschaft ausgeführt, die ihr ohne unser Zuthun, aus dem unerschöpflichen Vorrate der Atmosphäre, von Tag zu Tag wieder ersetzt werden, alles dem Boden Angehörige wird ihm zurückgegeben.

Die Rohstoffe, welche von den hier ins Auge gefaßten Gewerben verarbeitet werden, erfordern bei ihrer Gewinnung eine ganz besonders sorgfältige Pflege und Bearbeitung des Bodens. Auf dem Rübenacker, auf dem Kartoffelfelde wird sich nicht leicht ein Unkraut zeigen, weil es bei dem oft wiederholten Hacken und beim Häufeln sofort zerstört wird. Der Boden wird durch diese regelmäßige Bearbeitung gelockert und dadurch den die Verwitterung befördernden Agentien, Luft, Feuchtigkeit, Kohlensäure, in hohem Grade zugängig gemacht. Die den Boden bedeckenden Blätter der Rüben und Kartoffeln liegen wie ein Schirm über ihm und behüten ihn vor dem austrocknenden Einflusse der Sonnenstrahlen bei Tage, sowie nachts vor einer übermäßigen Wärmeausstrahlung, ohne daß sie jedoch den Zutritt der Luft zu hemmen vermöchten. Sie erhalten ihn daher zugleich warm und feucht, und Wärme und Feuchtigkeit sind die wichtigsten Beförderer der Verwitterung, der Verbesserung des Bodens. Es wird daher der Rüben- und Kartoffelacker für die folgende Halmfrucht in günstigster Beschaffenheit sich befinden.

Unwillkürlich bedingt der Anbau der Hackfrüchte, namentlich der Rüben, den Übergang von der Flachkultur zur Tiefkultur. Die Rübe bedarf, zur Entwickelung ihrer mächtigen Wurzel, eines nicht allein oberflächlich, sondern auch in der Tiefe gelockerten Bodens. Von Jahr zu Jahr wird man bei dem Anbaue der Rübe von Centimeter zu Centimeter weiter in die Tiefe mit der Bearbeitung des Bodens gehen, ihn so mehr und mehr aufschließen und so Bodenschichten der Kultur nutzbar machen, die vorher mehr oder weniger brach lagen. Dieses Hineinziehen der tieferen Bodenschichten kommt dann aber nicht allein der Rübe, sondern allen anderen Früchten zu gute, es wird die Ertragsfähigkeit der ganzen Wirtschaft entsprechend vermehrt.

So sehen wir überall da, wo diese Gewerbe in das Wirtschaftssystem aufgenommen worden sind, eine gewaltige Umänderung der

ganzen Verhältnisse sich vollziehen. Die intensivste Wirtschaft tritt an Stelle der extensiven; Bodenarten, die bis dahin kaum mäßige Erträge lieferten, können zum höchsten Ertragsvermögen gebracht werden; statt eines mäßigen Bruttoertrages kann reichlicher Reingewinn erzielt werden.

Welchem dieser Gewerbe man sich zuzuwenden habe, darüber können nur örtliche Verhältnisse entscheiden. Es kommt dabei vor allen anderen Dingen die Beschaffenheit des Bodens in Betracht. Auf Sandboden wird man mit Zuckerrüben nur wenig Erfolg haben, ebenso wie man auf einem schweren Boden nie stärkereiche Kartoffeln erzielen wird; der Sandboden gehört der Kartoffel, der schwere Boden der Zuckerrübe.

Erſter Abſchnitt.

Anlage und Material.

Erſtes Kapitel.

Von der Anlage der Zuckerfabrik.

Das Gedeihen eines jeden Fabrikunternehmens, und insbeſondere das der Zuckerfabriken, iſt durch das Zuſammentreffen mannigfacher Umſtände bedingt. Dieſe Umſtände ſind bei Neuanlagen in gründlichſte Erwägung zu ziehen, da jedes Außerachtlaſſen, auch des ſcheinbar geringfügigſten derſelben, ſpäter von den verhängnisvollſten Folgen für den ganzen Betrieb werden und die unliebſamſten Störungen herbeiführen kann.

1. Auswahl der Lokalität.

Nicht jeder Ort iſt für die Anlage einer Zuckerfabrik geeignet, vielmehr muß derſelbe verſchiedene Bedingungen erfüllen, die, wenn ſie nicht genügend berückſichtigt werden, von vornherein entweder das Gedeihen der Fabrik ganz unmöglich machen, oder doch eine Quelle von fortdauernden Verlegenheiten und Opfern werden müſſen. Dieſe ſind:

1. Geeigneter Boden. Die Zuckerrübe verlangt für ihre normale Ausbildung einen tiefgründigen, leicht zu lockernden, nicht naſſen, warmen Boden. Nur da, wo ein ſolcher vorhanden iſt, wird auf eine ſichere Ernte von Rüben und auf eine gute Beſchaffenheit derſelben zu rechnen ſein. Ungeeignet ſind Gebirgsböden, in denen die lange Pfahlwurzel der Rüben auf dichtes Geſtein ſtößt, in welches ſie nicht eindringen kann, ungeeignet ſind Böden, die in der Tiefe

an Nässe leiden, wenn solche nicht durch eine sorgfältig ausgeführte Drainierung abgeleitet wird. Besonders geeignet sind die Böden, welche man landwirtschaftlich als Gerstenboden erster Klasse bezeichnet, die meisten Lehme des Diluviums und Alluviums. Manchen dieser Alluvialböden ist ein großer Gehalt an humoser Substanz eigen, welcher sie mehr oder weniger schwarz färbt. Auf solchem Boden wachsen zwar die Rüben sehr üppig und liefern bedeutende Erträge, ihr Zuckergehalt pflegt aber gering und, was noch schlimmer, ihr Gehalt an fremden Stoffen hoch zu sein.

Entgegen allen früheren Anschauungen ist der Sandboden neuerdings als Rübenboden der Zukunft bezeichnet, und es ist von gewichtiger Seite der Rat erteilt worden, sich nicht mehr in fetten Gegenden, sondern in Sandgegenden anzukaufen, da auf magerstem Sandboden, bei Verwendung von Kalisalzen, Zuckerrübenernten von mehr als 500 mter Rüben auf den Hektar zu machen seien.*) Wenn sich dies bestätigen sollte, so wäre damit eine völlige Umwälzung der ganzen Verhältnisse gegeben. Es dürfte aber anzuraten sein, diese Bestätigung abzuwarten.

Liegen nicht bereits Erfahrungen vor, welche den Boden einer bestimmten Gegend als für den Rübenbau durchaus geeignet erscheinen lassen, so sollte man immer erst, ehe man den Entschluß zur Anlage einer Fabrik faßt, auf verschiedenen Stellen des Gutes Zuckerrüben versuchsweise anbauen und nicht allein die Größe des Ertrages ermitteln, sondern auch die Beschaffenheit der Rüben von einem zuverlässigen Fachchemiker feststellen lassen. Nur wenn beide in verschiedenen Jahren befriedigend ausfallen, sollte man zur Ausführung seiner Absicht schreiten. Man lasse sich dabei nicht durch hohe Erträge verlocken, sondern berücksichtige zunächst die Beschaffenheit seines Produktes. Die Größe des Ertrages läßt sich leicht steigern, die Qualität, soweit sie durch ungünstige Bodenbeschaffenheit bedingt ist, aber schwer verbessern.

2. Günstige klimatische Verhältnisse. Die Vegetation der Rübe hat unter normalen Verhältnissen eine Dauer von fünf bis sechs Monaten. Je gleichmäßiger sie sich während dieser Zeit entwickeln kann, um so günstiger ist dies für den Ertrag, wie für den Zuckergehalt. Trockene andauernde Hitze während der Sommermonate, ebenso

*) Märcker in Scheibler's Neue Zeitschrift, Bd. 29, S. 205. 1892.

wie nasse Kälte während der Frühlingsmonate sind ihr gleich nachteilig. Nordische Gegenden, in denen der Boden im April noch nicht frostfrei ist, oder bereits frühzeitig im Herbste vom Froste wieder erstarrt, oder Binnenländer, deren Erde während des Sommers von versengenden Winden ausgedörrt wird, sind nicht für den Rübenbau geeignet. Kommt in solchen Ländern in günstigen Jahren auch einmal eine annehmbare Rübenernte zu stande, so ist dort doch auf einen dauernd gesicherten Erfolg nicht zu rechnen, und wo dieser fehlt, da ist ein Unternehmen, in welches beträchtliche Kapitalien zu stecken sind, nicht am Platze.

Allgemeine Normen über das den Rüben zuträglichste Klima lassen sich jedoch schwer aufstellen. Mitte der sechziger Jahre stellte Grouven*) umfangreiche Anbauversuche mit Zuckerrüben in allen Teilen Deutschlands und Oesterreichs an, aus denen er schließen zu können glaubte, daß die damaligen Hauptproduktionsländer (Sachsen, Anhalt, Braunschweig, Böhmen u. s. w.) allein ein den Rüben zuträgliches Klima besäßen. Die Provinz Posen z. B. wurde als durchaus ungeeignet für den Anbau derselben erkannt. Zehn Jahre später wurde die Zuckerrübe in dieser Provinz eingeführt und heute produziert dieselbe nicht nur sehr viel Rüben, sondern auch Rüben, die in ihrer Qualität die anderer Provinzen häufig übertreffen. Allerdings sind diese guten Verhältnisse erst nach und nach, d. h. je nachdem man dort lernte Rüben zu bauen, entstanden und auch dort nicht überall gleich. Die Zuckerrübe besitzt eben, man könnte fast sagen „leider", eine so hohe Akkommodationsfähigkeit gegenüber Boden und Klima, daß sie, außer unter den extremsten klimatischen und Boden-Verhältnissen, fast überall fortkommt.

Den Ausspruch Stohmanns in der vorigen Auflage dieses Werkes, daß „die ungünstigen klimatischen Verhältnisse unsere deutsche Industrie vor der uns sonst sehr gefährlich werden könnenden amerikanischen Konkurrenz bewahrt haben", ist daher schon heute zum Teil falsch, und es ist nur eine Frage der Zeit, daß Nord-Amerika seinen Rübenzucker selbst baut und daß wir darauf angewiesen sein werden, den größten Teil unserer Produktion selbst zu konsumieren.

3. Genügender Zu- und Abfluß von Wasser. Eine Zuckerfabrik gebraucht sehr viel Wasser: zum Speisen der Dampfkessel, zum

*) III. Bericht der Versuchs Station Salzmünde, 1864.

Kondensieren von Saftdampf, zum Schwemmen und Waschen der Rüben, zum Auslaugen der Schnitzel in der Diffusion, überhaupt zu einer ganzen Reihe der verschiedensten Arbeiten. Es entsteht dagegen in der Fabrik eine Menge von unreinem Wasser. Der Zufluß des Wassers muß daher in reichlichem Maße erfolgen, und außerdem muß Gelegenheit zur Beseitigung des unreinen Wassers gegeben sein.

Die Größe des Wasserbedarfs läßt sich zwar nicht genau angeben, doch wird man nicht weit fehl gehen, wenn man dieselbe auf das zwölf- bis fünfzehnfache des täglich verarbeiteten Rübengewichtes schätzt. Für je 1000 metr täglich zu verarbeitender Rüben hat man daher 1200 bis 1500 cbm Wasser nötig.

Vor der Anlage hat man sich zu vergewissern, ob diese Menge von Wasser vorhanden ist, und ob man dasselbe, unbeschadet den Ansprüchen anderer, dem Wasserlaufe entziehen kann. Ist man auf die Benutzung eines kleinen Baches angewiesen, der, wie es häufig vorkommt, vielleicht in weiter Entfernung, eine Wassermühle zu treiben hat, so wird man gut thun, *vor* dem Verlauten der beabsichtigten Gründung der Fabrik jene Mühle anzukaufen. Man wird sie in der Regel zu dieser Zeit zu bedeutend billigerem Preise erwerben können, als wenn man später durch Prozesse, die wegen Wasserentzuges angestrengt werden, zum Ankaufe gezwungen wird.

Je reiner das zur Verfügung stehende Wasser ist, um so besser ist es für alle Zwecke der Fabrikation. Die Unreinigkeiten des Wassers gehen zum Teile in die Säfte über, erschweren deren Verarbeitung und verunreinigen die Produkte. Salzreiches und an Gips reiches Wasser ist, soweit irgendwie möglich, zu vermeiden, vor allem aber ein solches, welches viel fremde organische Stoffe enthält, wie es sehr häufig der Fall ist bei kleinen Bächen, die verschiedene Dörfer durchströmen und hier den Zufluß von Jauche und ähnlicher Stoffe aufgenommen haben. Bei der Verwendung von solchem Wasser ereignet es sich nicht selten, daß die Zuckerfabrik für die Verunreinigung des Wasserlaufes verantwortlich gemacht wird, während sie vielleicht wenig zu dessen Verschlechterung beigetragen hat. Ein *völlig* reines Wasser steht keiner Fabrik zur Verfügung, da alle Quell-, Bach- und sonstigen Wasser mehr oder weniger Salze, organische Stoffe und dergleichen enthalten. Bestimmte Angaben über die zulässige Größe des Gehaltes an fremden Stoffen zu machen, ist außerordentlich schwierig, da es

dabei hauptsächlich auf die Art der Verunreinigungen ankommt, doch kann man im allgemeinen für die Zwecke der Zuckerfabrikation ein Wasser für unbrauchbar erachten, wenn dasselbe mehr als 0,5 g Rückstand beim Verdampfen eines Liters hinterläßt.

Besonders zum Speisen der Dampfkessel ist auf die Verwendung eines möglichst reinen und vor allem gipsfreien Wassers zu halten. Das reinste Wasser wird jedoch in der Fabrik selbst, als Kondenswasser, an verschiedenen Stellen in großen Mengen gewonnen. Da dieses Wasser außerdem den weiteren Vorteil hat, siedend heiß zur Verfügung zu stehen, so wird man überall diesem den Vorzug geben nnd von der Speisung mit Fluß- oder Brunnenwasser nach Möglichkeit absehen. In den Fabriken, in denen Rüben auf Zucker verarbeitet werden, liefern die Verdampfapparate ein solche Menge heißen und für die Kesselspeisung geeigneten Wassers, daß fast stets noch ein beträchtlicher Teil desselben ungenützt wegläuft. Dasselbe enthält feste, anorganische Bestandteile gar nicht, stets jedoch geringe Mengen Ammoniak (daher Ammoniakwasser genannt), welches beim Verdampfen der Säfte sich aus denselben entwickelt, sowie zuweilen, bei Unachtsamkeit der mit der Aufsicht über die Verdampfstation betrauten Personen, etwas Zucker. Früher glaubte man, das Ammoniak greife das Blech der Kessel an, doch kann man jetzt wohl dieses Vorurteil für allgemein überwunden ansehen. Zucker allerdings wirkt außerordentlich schädlich, weil er sich unter den Verhältnissen, welche im Inneren der Dampfkessel herrschen, zu sauren Produkten zersetzt, die im stande sind, Eisen aufzulösen; die Anwesenheit desselben im Kesselwasser macht sich aber durch Dunkelfärbung desselben und durch einen eigentümlichen Geruch, der sich durch die ganze Fabrik verbreitet, sehr rasch bemerkbar, sodaß nur eine geringe Aufmerksamkeit dazu gehört, Schaden zu verhüten. Zum Glücke nämlich ist man im stande, die Wirkung des Zuckers auf das Kesselblech sehr leicht zu paralysieren, indem man dem Speisewasser Soda hinzufügt; durch kohlensaures Natron werden die sauren Zersetzungsprodukte des Zuckers sofort neutralisiert, der eigentümliche Geruch verschwindet nach kurzer Zeit aus der Fabrik und das Kesselwasser wird bald wieder farblos.

In Raffinerien oder Melasse-Entzuckerungsanstalten reicht das Kondenswasser jedoch zur Kesselspeisung wohl niemals aus, da dasselbe dort, gerade seiner Reinheit wegen, für andere Zwecke Verwendung

findet. In solchen Anstalten sollte man stets von vorn herein auf Einrichtungen zur Reinigung des Kesselspeisewassers Bedacht nehmen, um der so lästigen, Kosten verursachenden, Betriebsstörungen bedingenden und Explosionsgefahren veranlassenden Bildung von Kesselstein vorzubeugen. Von den verschiedenen, hierzu empfohlenen Verfahrungsweisen sollen nur das von De Haën in List vor Hannover und das von A. L. G. Dehne in Halle a. Saale, als die beiden einfachsten, namhaft gemacht werden.

Die für die Kesselsteinbildung in Betracht kommenden Bestandteile des Wassers sind kohlensaurer Kalk, der durch Kohlensäure in Lösung gehalten wird, und schwefelsaurer Kalk; zuweilen treten auch Magnesiasalze auf, die ebenfalls schädlich wirken (Chlormagnesium zersetzt sich unter den Verhältnissen der Dampferzeugung in Salzsäure und Magnesiumhydrat). De Haën behandelt das Wasser mit Ätzkalk und Chlorbaryum, wobei kohlensaurer Kalk und schwefelsaurer Baryt ausfallen und der Gips in Chlorcalcium verwandelt wird. Dehne setzt Ätznatron und kohlensaures Natron oder auch nur Soda zu und fällt alle Erden als Karbonate, wobei sich aus dem Gips schwefelsaures Natron bildet. Die Niederschläge werden vor der Verwendung des Wassers durch Filterpressen abfiltriert. Die Ausfällung muß heiß geschehen.

Beide Methoden sind wohl als gleichwertig zu betrachten, sie liefern aber nur dann gute Resultate, wenn ihre Ausführung dauernd und sorgfältig vom Laboratorium aus überwacht wird. Der unkontrollierte Zusatz der genannten Chemikalien kann schwere Übelstände zur Folge haben; bei dauernder Verwendung derselben im Überschusse müssen sich dieselben in den Dampfkesseln anhäufen, verwendet man aber zu wenig davon, so wird der Zweck des Verfahrens nicht erreicht.

Vor der Anwendung sonstiger Kesselsteinmittel, meist werden sie als Geheimmittel angepriesen, ist so häufig schon gewarnt worden, daß hier auf dieselben nur hingedeutet werden soll. Alle diese Präparate sind, wenn nicht geradezu schwindelhaft, so doch stets nutzlos und viel zu teuer. Nur Mangel an Intelligenz kann zu Versuchen mit denselben verleiten.

Was den Abfluß der gebrauchten Fabrikwässer betrifft, so macht derselbe manche Schwierigkeiten, namentlich in neuerer Zeit, da jetzt in viel höherem Maße, als früher seitens der Behörden die Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe überwacht wird.

Nur an solchen Orten, wo man an einem großen und kräftig fließenden Strome liegt, kann man ohne Bedenken die Abflußwässer ohne weiteres in den Fluß entleeren. Ist man aber auf ein träge dahinziehendes Flüßchen oder einen kleinen Bach angewiesen, so wird bei solchem Verfahren nach kurzer Zeit eine ganze Reihe von Prozessen gegen die Fabrik angestrengt werden. Weit entfernte Nachbarn werden die Fabrik verklagen, weil sie das Bachwasser, welches sie vielleicht nie getrunken haben, nicht mehr trinken können, andere werden finden, daß ihre Wäsche nicht mehr rein wird, andere werden in ihren Karpfenteichen die Fische sterben sehen, kurz die Fabrik wird aus Zänkereien, Widerwärtigkeiten und Schadenersatzansprüchen nicht herauskommen, ja unter Umständen sich der polizeilichen Schließung des Betriebes ausgesetzt sehen.

Auch hier empfiehlt es sich, *vor der Anlage der Fabrik* mit den Wasserinteressenten, Müllern, Fischern, Gerbern u. s. w., welche ihre Rechte innerhalb von etwa 5 Kilometern unterhalb ausüben, Vereinbarungen zu treffen, die spätere Entschädigungsansprüche ausschließen. Durch Zahlung verhältnismäßig geringer Summen kann man häufig spätere unangenehme Prozesse und größere Zahlungen vermeiden.

Ein sicheres und zuverlässiges Mittel, durch welches die Fabrikwässer wirklich gereinigt werden könnten, giebt es nicht, so viele derselben auch angepriesen werden und unter Patentschutz gestellt worden sind. Es gelingt zwar verhältnismäßig leicht, ein schmutziges Wasser soweit zu klären, daß es dem Auge hell und rein erscheint, dagegen ist es bislang nicht möglich gewesen, die gelösten organischen Stoffe aus demselben zu entfernen. Letztere sind aber die gefährlichsten Verunreiniger, da sie Veranlassung zur Entwickelung stinkender Gase geben und somit das Verderben des Wassers herbeiführen. Da wir keine Mittel haben, diese Stoffe zu entfernen, so sollte man von der sogenannten chemischen Reinigung der Abflußwässer ganz absehen, sich vielmehr darauf beschränken, denjenigen Teil der Wässer, welcher nur mechanisch verunreinigt ist, auf geeignete Weise zu klären, während der mit organischen Substanzen beladene auf andere Art unschädlich zu machen ist.

Die Abflußwässer der Fabrik sind nämlich von sehr verschiedener Beschaffenheit. Sie sind entweder mechanisch verunreinigt, so das

Wasser der Rübenwäsche, durch beigemischten Schlamm, der in Absatzbehältern abzuscheiden ist, worauf das Wasser abgeleitet werden kann oder von neuem zu benutzen ist. Zweckmäßig läßt man dabei eine geringe Menge von Kalkmilch mit dem Wasser in die Absatzbehälter fließen, wodurch nicht allein die Klärung befördert wird, sondern zugleich auch die dem Schlamme beigemengten Nematoden, wenn solche vorhanden sind, getötet werden.

Andere Abflußwässer sind kaum verunreinigt, aber stark erwärmt, so das Kühlwasser der Kondensatoren. Die warmen Wasser wirken nachteilig, insofern sie die Fäulnis der im Bachwasser gelösten oder ihm zugeführten Stoffe begünstigen. Dieses Wasser verliert seine nachteiligen Eigenschaften, wenn man es, vor seinem Eintritte in den Bach, dnrch offene Kanäle, oder über ein aus Dornenreisern aufgebautes Gerüst, dem Gradierwerke der Salinen ähnlich, fließen läßt, wo es so weit abgekühlt wird, daß seine Temperatur nicht wesentlich höher als die des Bachwassers ist.

Daß ein großer Teil dieser Wässer, und zwar gerade die heißesten, nämlich die Kondenswässer und Ammoniakwässer, in der Fabrik selbst die beste Verwendung finden, sodaß ihr Abfluß kaum zu rechtfertigen ist, wurde oben schon angeführt.

Eine dritte Sorte von Wasser ist sowohl mechanisch durch Schlamm und dergleichen und außerdem chemisch durch gelöste Stoffe aller Art verunreinigt. Hierher gehört das Wasser der Knochenkohlenwäsche, da, wo noch mit Knochenkohle gearbeitet wird, als das bedenklichste, das Spülwasser der ganzen Fabrik, das Preßwasser der Schnitzel. Diese unreinsten Wasser sollte man streng getrennt von den übrigen halten. Kann man das abgeklärte Wasser der Rübenwäsche unbedenklich in den Bach zurückleiten, so sollte dies mit den letzteren nie geschehen, weil unfehlbar die oben genannten Folgen daraus hervorgehen werden. Was aber mit diesem Wasser machen? Für diese Art des Wassers gilt insbesondere das oben Gesagte. Seine chemische Reinigung ist unausführbar, wohl aber ist es unschädlich und zugleich auch Nutzen bringend zu machen, wenn man das vorher in Absatzbehältern geklärte Wasser zur Berieselung von drainierten Wiesen verwendet, wobei durch die Absorptionskraft des Bodens gelöste Stoffe zurückgehalten, während andere durch den Sauerstoff der in der Erde eingeschlossenen Luft und durch in der Erde in reichlicher Menge vorhandene Fermentorganismen

zerstört werden. Für die Beschaffung des dazu nötigen Grund und Bodens ist bei der Anlage der Fabrik Rücksicht zu nehmen; später ist dieselbe, wenn überhaupt, so doch nur mit bedeutend höhen Kosten möglich. Es gehört das Rieselfeld, nach den jetzigen Anforderungen der Behörden, ebenso zum Inventare der Fabrik, wie jedes andere Werkstück. Von anderen Inventarienstücken unterscheidet sich das Rieselfeld nur dadurch, daß es sich nicht abnutzt, sondern an Wert zunimmt, indem die schlechteste Wiese durch die Zufuhr von Schmutzwasser zu hohen Erträgen an wertvollem Heu zu bringen ist. Sollte in nächster Umgebung der Fabrik kein geeigneter Boden zu beschaffen sein, so läßt sich das Wasser mit Leichtigkeit durch unterirdische Röhrenleitungen auf mehrere Kilometer Entfernung fortleiten und es werden die, ohnehin nicht bedeutenden, Kosten der thönernen oder eisernen Röhren sich bald durch die Heuerträge bezahlt machen.

Nach Untersuchungen, welche von H. Schultze in Braunschweig ausgeführt worden sind, sind in den Schmutzwässern, welche täglich aus zwei verschiedenen Zuckerfabriken, von denen die erste täglich 3600 metr, die zweite 4000 metr Rüben verarbeitet, abfließen, folgende Mengen von Pflanzennährstoffen enthalten:

Erste Fabrik:

252,4 kg Kali,
123,6 „ Stickstoff,
40,7 „ Phosphorsäure.

Zweite Fabrik:

256,1 kg Kali,
197,2 „ Stickstoff,
49,4 „ Phosphorsäure.

Um über die Bedeutung dieser Zahlen sich klar zu werden, ist es zweckmäßig, dieselben in ihren Geldwert umzusetzen. Nehmen wir den Mittelwert derselben und eine Betriebszeit von hundert Tagen an, so ergiebt sich, daß eine Fabrik von 3800 metr täglicher Verarbeitung in ihrem Schmutzwasser alljährlich folgende Werte einbüßt:

In 25 420 kg	Kali à 0,15 ℳ	ℳ	3 813.—
„ 16 040 „	Stickstoff à 1,10 ℳ	„	17 644.—
„ 4 500 „	Phosphorsäure à 0,38 ℳ . .	„	1 710.—
	Im ganzen	ℳ	23 167.—

Die Schmutzwasser, welche bis dahin nur eine Last für den Fabrikanten sind, bedeuten daher außerdem einen erheblichen Kapitalverlust. Wenn es auch schwer sein dürfte, den vollen Wert derselben auszunutzen, so sollte man doch dahin streben, sich nicht allein von der Wasserplage frei zu machen, sondern die Wertverluste, soweit es thunlich ist, zu verringern. Dies ist aber nur durch eine Verwendung der Wasser auf zweckentsprechend eingerichteten Rieselwiesen zu erreichen.

Bei einer täglichen Verarbeitung von 2000 metr Rüben kann man das Schmutzwasser auf 20 ha Rieselwiesen, welche nach dem Systeme von Elsasser anzulegen sind, unterbringen, und damit einen Ertrag von 100 bis 150 metr Heu von jedem Hektare erzielen, was einem Jahresertrage von etwa 15 000 Mark entsprechen würde. Hieraus ergiebt sich auf das deutlichste, daß eine Kapitalanlage, welche zur Beschaffung der Wiesen, Röhrenleitungen u. s. w. verwandt wird, sicher reichliche Zinsen bringen wird.

4. Genügende Arbeitskräfte. Die Rübenwirtschaft erfordert wegen der zu verrichtenden Handarbeit ein weit größeres Personal als jeder andere Betrieb. Es kann daher eine Rübenwirtschaft nur an solchen Orten eingeführt werden, wo man die Wahrscheinlichkeit hat sowohl für den landwirtschaftlichen Betrieb, wie auch für die Fabrik über eine genügende Menge von Leuten verfügen zu können. Ist man gezwungen, auswärtige Arbeiter zu verwenden, so sorge man, denselben durch Erbauung eigener Häuser ein möglichst behagliches Unterkommen zu verschaffen und treffe Vorkehrungen, ihnen die Beköstigung oder den Bezug von Lebensmitteln zu erleichtern.

Wegen der immer größer werdenden Arbeiternot wird man sich bei der Anlage solchen Verfahrungsweisen der Fabrikation zuwenden, die möglichst wenig Arbeiter verlangen. Es sind manche Fabriken genötigt worden, mit großen Opfern ihren ganzen Betrieb zu verändern, nur weil es an der erforderlichen Zahl von Arbeitern fehlte.

5. Wohlfeiles Brennmaterial. Nach Untersuchungen des Magdeburger Vereins für Dampfkesselbetrieb erfordert die Zuckerfabrik für je 1 metr verarbeiteter Rüben an Braunkohlen 44,20 bis 76,40 kg, oder an Steinkohlen 19,94 bis 24,10 kg, oder im Durchschnitte auf je 1000 metr Rüben 582 metr Braunkohlen oder 222 metr Steinkohlen. Wenn diese Feststellungen auch älteren Datums sind und für neuere Anlagen nicht mehr gelten, so bleibt der Preis der Kohlen doch noch

von großer Wichtigkeit für die Berechnung der Rentabilität. Diejenige Fabrik wird auch jetzt noch vorteilhafter arbeiten, welcher ein wohlfeiles Brennmaterial zur Verfügung steht und man wird, unter sonst gleichen Verhältnissen, bei der Anlage demjenigen Orte den Vorzug zu geben haben, welcher für den Bezug der Kohlen günstiger liegt.

6. Günstige Transportverhältnisse. Die ganze Masse der selbst gebauten Rüben muß von zum Teile entfernten Äckern der Fabrik zugeführt, die Kohlen müssen oft aus nicht unbedeutenden Entfernungen herangefahren werden, die Produkte zu der nächsten Eisenbahnstation gebracht, Kaufrüben häufig in großen Massen von der Eisenbahnstation geholt werden. Alles dieses ist bei guten Wegen verhältnismäßig leicht ausführbar, bei schlechten Verkehrs-Verhältnissen erwächst hieraus aber eine große Schwierigkeit. Die Arbeitstiere müssen überanstrengt werden, sie bedürfen zu ihrer Erhaltung eine übermäßig große Menge von Futter; eine große Anzahl von Gespannen erfordert eine ebenso große Anzahl von Knechten. Bei günstigen Verkehrs-Verhältnissen wird man am Schlusse der Betriebszeit seinen Stall voll von ausgemästeten Ochsen haben, während bei weiten Entfernungen und schlechten Wegen nur abgetriebene Tiere vorhanden sein werden, die vor dem Beginne der Feldarbeit erst durch neues Futter wieder in kräftigen Zustand gebracht werden müssen. Gute Wege und geringe Entfernungen von der nächsten Bahnstation sind daher wichtige Bedingnisse für das Gedeihen der Fabrik. Das Kapital, welches auf die regelmäßige Ausbesserung und Instandhaltung der zu den Äckern führenden Feldwege verausgabt wird, ist sicher, reiche Zinsen zu tragen.

Außerdem ist aber bei der Anlage der Fabrik Rücksicht auf jede weitere Erleichterung der Transportverhältnisse zu nehmen. Je näher man an eine Bahnstation herankommt, möglichst durch Verbindung mittelst eines eigenen Geleises, um so günstiger gestalten sich die Verhältnisse in vieler Beziehung. Die Beschaffung von Kaufrüben aus weiterer Ferne ist häufig nur möglich, wenn die höheren Frachtkosten teilweise dadurch gedeckt werden, daß die Eisenbahnwagen ohne weitere Umladung auf dem Fabrikhofe entleert werden können.

Das Einbringen der Rüben vom Felde geschieht zweckmäßig durch transportable Feldeisenbahnen, bei deren Verwendung die Zugtiere ungemein geschont werden.

2. Beschaffung des Rohmaterials.

Bei den meisten gewerblichen Unternehmungen ist der Satz: man fabriziert um so viel vorteilhafter, in je größerem Maßstabe der Betrieb geführt wird — unzweifelhaft richtig. So auch bei der Zuckerfabrikation. Die Kosten der Apparate, Maschinen und Gebäude stellen sich verhältnismäßig wenig höher, wenn dieselben für große Leistungsfähigkeit berechnet werden; die ganzen Betriebskosten steigern sich bei weitem nicht in dem Verhältnisse der vergrößerten Produktion; zur Bedienung größerer Apparate genügt entweder dieselbe, oder doch eine unerheblich vergrößerte Arbeiterzahl, wie bei kleineren.

In richtiger Würdigung dieser Thatsachen ist man von der Anlage kleinerer Zuckerfabriken gänzlich zurückgekommen. Vorhandene ältere, ursprünglich für kleinen Betrieb eingerichtete Fabriken werden soweit es die Umstände zulassen, vergrößert. Die neuesten Fabriken nehmen in ihrem Betriebe geradezu gewaltige Größenverhältnisse an. Während zu Anfang der sechziger Jahre die durchschnittliche jährliche Verarbeitung einer Fabrik des Zollvereins 60 000 bis 70 000 metr Rüben betrug, belief sich diese Zahl im Deutschen Reiche während der Kampagne 1897/98 auf 340 750, und während noch in dem Betriebsjahre 1871 bis 1872 in der zwölfstündigen Arbeitsschicht durchschnittlich 349 metr Rüben verarbeitet wurden, hat sich im Laufe der Zeit der Betrieb so vergrößert, daß die in jeder Schicht verarbeitete Rübenmenge während des Betriebsjahres 1891/92 nicht weniger als 1450 metr und in dem Betriebsjahre 1897/98 sogar 2159 metr betragen hat. Die durch die Massenproduktion bewirkte Verringerung der Produktionskosten erst macht die Fabrikation ertragreich.

Nimmt man als Durchschnittsernte einen Ertrag von 300 metr für das Hektar an, so würde die Anlage einer Fabrik von 300000 metr Rübenverarbeitung eine jährlich mit Rüben zu bestellende Fläche von mindestens 1000 ha erfordern. Nur da, wo ein diesem entsprechender Grundbesitz vorhanden ist, kann die Anlage einer für eigene Rechnung zu betreibenden Fabrik als rätlich erscheinen.

Da wo dieses nicht der Fall ist, läßt sich dasselbe durch Vereinigung Mehrerer, sei es durch Bildung einer Aktiengesellschaft, sei es

durch Gründung einer Gesellschaft mit beschränkter Haftung, erreichen. Die meisten der gegenwärtig arbeitenden Zuckerfabriken sind als Aktiengesellschaften entstanden. Dabei ist die Beteiligung, oder der Besitz einer bestimmten Anzahl von Aktien weniger nach Maßgabe der Anzahlung einer bestimmten Summe Geldes, als auf die Verpflichtung der Lieferung einer bestimmten Menge von Rüben, oder auf die Bebauung einer bestimmten Bodenfläche mit Rüben zu begründen. Bei der Errichtung einer Zuckerfabrik ist ein Beteiligter, welcher jährlich über 100 ha Rübenboden, aber über kein bares Geld verfügen kann, wichtiger als ein Anderer, der zwar Geld, aber keinen Rübenboden besitzt. Geld ist durch Anleihen zu beschaffen, und kann durch Hypotheken auf die Fabrik sicher gestellt werden, ohne daß der Darleiher einen weiteren Anspruch, als auf landesübliche Zinsen machen könnte. Die Beteiligung an dem Geschäfte sollte aber nur auf Grundlage der Bereitwilligkeit, auf eine längere Reihe von Jahren jährlich eine bestimmte Menge von Rüben zu liefern, oder eine bestimmte Fläche mit Rüben zu bestellen, erworben werden können. Am wünschenswertesten ist es selbstverständlich, daß die an der Rübenlieferung Teilhabenden sich auch zugleich an der Beschaffung des Kapitales beteiligen.

Für das Gedeihen der Fabrik ist es von größter Wichtigkeit, daß alle Lieferanten des Rohmaterials, jeder für seinen Teil, mit dem Wohl und Wehe der Fabrik eng verbunden seien. Wenn die Vereinigung auf dieser Grundlage zu stande gekommen ist, so hat ein Jeder das gleiche Interesse der Fabrik möglichst gute Rüben zur Verarbeitung zu geben, der Betreffende wird dann darauf verzichten können, auf seinem Acker eine möglichst große Menge Rüben auf Kosten des Zuckergehaltes zu ernten, da ihm die sichere Aussicht erwächst, durch die bessere Beschaffenheit der Rüben einen um so viel größeren Gewinnanteil aus der Fabrik zu erzielen. Sehr häufig wird jedoch gegen diesen Grundsatz gefehlt, und die Versuchung dazu ist um so größer, je höher der von der Fabrik zu zahlende, ausbedungene Preis der Rüben ist. Es ist immer ein Beweis von Kurzsichtigkeit, wenn man sich der so erworbenen hohen Rente des Ackers erfreut. Die ganz natürliche Folge davon ist, daß die Fabrik mit einem ungünstigen Resultate am Ende des Jahres abschließt, daß die Aktionäre eine geringe Dividende erzielen, und daß sie den Beschluß fassen müssen, in der nächsten Betriebszeit die Rüben weniger hoch zu

bezahlen, wodurch die Ackerrente von selbst sinkt. Doppelt ungerecht ist aber ein solches Gebaren gegen diejenigen der Mitbeteiligten, welche im wohlverstandenen Interesse ihren ganzen Fleiß darauf verwenden, nur möglichst gutes Material zu liefern. Diese arbeiten dann nicht mehr für sich selbst, sondern für den gewissenlosen Kollegen und werden durch diesen geschädigt.

Manche Fabriken beschränken, um den sich ergebenden Gewinn nur unter Wenige verteilen zu müssen, die Zahl ihrer Aktionäre soweit es irgend möglich ist, und decken ihren Bedarf an Rüben dadurch, daß sie von Nichtbeteiligten kaufen. Ander Fabriken und zwar jetzt die meisten, sind durch die vorgenommenen Vergrößerungen, mit denen die Lieferungsfähigkeit der Aktionäre nicht gleichen Schritt halten konnte, gezwungen, Kaufrüben zu verarbeiten. Im großen Durchschnitte der letzten Jahre wurde nur noch die Hälfte der verarbeiteten Rüben auf dem eigenen Acker gewonnen; einzelne Fabriken arbeiten sogar ausschließlich mit Kaufrüben. Bei dem Ankaufe ist doppelte Vorsicht nötig. Der an der Fabrik nicht Beteiligte hat an dem Ergebnisse des Betriebes gar kein Interesse, er wird daher nur seinen Vorteil wahren und auf seinem Acker möglichst viel Rüben, gleichviel von welcher Beschaffenheit, zu bauen suchen. Wenn auch bei dem Abschlusse der Lieferungsverträge der Kaufrüben bestimmte Vorschriften für die Art des Anbaues und für die Behandlung gegeben werden, so ist die Fabrik doch nicht gesichert. Alle Vorschriften sind zu umgehen und werden umgangen. Häufig genug ist die Fabrik dann in der Lage, ein schlechtes Material verarbeiten zu müssen, ja es nicht einmal zurückweisen zu können, weil sie ihren Bedarf sonst nicht zu decken im stande wäre.

Am richtigsten ist es unzweifelhaft, wenn sowohl die Aktionäre, wie die sonstigen Lieferanten, die Rüben nicht nur ihrem Gewichte nach, sondern auch nach ihrem Zuckergehalte bezahlt erhalten. Durch diese Art der Bezahlung der Rüben wird das Interesse aller erweckt, jeder wird seinen Vorteil darin finden, nur möglichst gutes Material an die Fabrik zu liefern, und diese macht dabei ein gutes Geschäft. Man hielt dieselbe früher, wegen der durch die vielen Untersuchungen bedingten großen Arbeit, für gänzlich unausführbar. Diese Bedenken gegen die einzig richtige Zahlungsweise sind im Laufe der Zeit völlig widerlegt, da eine ganze Anzahl von Fabriken den Beweis erbracht

hat, daß die mit den erforderlichen Untersuchungen verbundene Arbeit, bei passenden Einrichtungen, leicht zu bewältigen ist. Wenn trotzdem heute noch nicht alle Fabriken in der Lage sind, ihr Rohmaterial nach seinem wirklichen Werte zu kaufen und bezahlen zu können, so liegt dieses nicht an technischen Schwierigkeiten, sondern an einem schwer zu überwindenden Umstande, dem Unverstande und dem Mißtrauen der Verkäufer.

Die Verarbeitung eines möglichst guten Materials ist für die Fabrik in allen Beziehungen von größter Wichtigkeit. Ganz gleiche Fabrikationskosten lasten auf zwei verschiedenen Rübenmengen, von denen die eine 10 Proz., die andere 15 Proz. Zucker enthält. Die Ausbeute an fertigem Zucker verhält sich aber in beiden Fällen nicht wie 10 : 15, oder wie 2 : 3, sondern vielleicht nur wie 1 : 2, so daß die Rüben, welche zu gleichen Preisen angekauft sind und die gleichen Fabrikationskosten verursacht haben, unter Umständen nur eine halb so hohe Ausbeute an Zucker geben, wie die andere Sorte.

Die Bezahlung der Rüben *nach dem Zuckergehalt allein* jedoch sichert bei den fortwährend wechselnden Konjunkturen des Zuckermarktes und bei den andauernd niedrigen Zuckerpreisen nicht die Rentabilität der Fabrikation. Eine gewisse Rentabilität liegt aber nicht nur im Interesse der *Inhaber* der Fabrik, welche ja zumeist selbst Landwirte sind, sondern auch im Interesse der *Landwirtschaft im allgemeinen*, weil keine Fabrik auf die Dauer mit Schaden arbeiten kann, sondern schließlich den Betrieb einstellen muß und dadurch ihre Landwirte zwingt, ihren Rübenbau ebenfalls einzustellen oder ihre Rüben an ferner liegende Fabriken, und dann fast immer zu niedrigeren Preisen, zu verkaufen.

Von den vielen Zahlungsmodalitäten, welche die verschiedenen Fabriken eingeführt haben, um ihre Existenz sicher zu stellen, sollen hier nur zwei angeführt werden, die sich bewährt haben. Der eine Modus, welcher sich besonders für Fabriken eignet, deren Rüben fast ausschließlich von Teilhabern (Aktionären, Genossen, Gesellschaftern) geliefert werden, besteht darin, daß für einen bestimmten Zuckergehalt der Rüben (14 Proz. z. B.) ein gewisser Grundpreis gezahlt wird, der aber je nach dem Marktpreise des Zuckers am Lieferungstage der Rüben, oder dem durchschnittlichen der Lieferungswoche oder der ganzen Kampagne schwankt. Der Zucker über 14 Proz. wird mit dem festen

Zuschlage von 5—6 ℳ für das Prozent oder mit einem Teile dieser Summe für einen Teil eines Prozentes bezahlt. Der andere Modus eignet sich für solche Fabriken, welche ausschließlich Kaufrüben verarbeiten und besteht darin, daß die Lieferanten einen angemessen niedrigeren Rübenpreis, möglichst unter Berücksichtigung des Zuckergehaltes erhalten und nach Schluß des Geschäftsjahres, nachdem den Inhabern der Fabrik eine angemessene Zinsvergütung für ihr in der Fabrik angelegtes Kapital gewährt worden ist, am Gewinne Teil nehmen.

Beide Modalitäten schützen die Fabrik vor Verlusten und bewirken, daß die Rübenbauer mit der Fabrik Hand in Hand gehen. Wo letzteres nicht der Fall ist, geht mit der Industrie der Rübenbau zu Grunde.

3. Bau und Einrichtung der Fabrik.

Bei der Anlage einer jeden Fabrik sollte man nie aus dem Gedächtnisse verlieren, daß jede Summe Geldes, welche nicht direkt werbenden Zwecken dient, nicht allein als verloren zu betrachten ist, sondern durch den Aufwand der Verzinsung immer neue Kosten herbeiführt. Hiergegen wird häufig gefehlt. Mancher verlangt, daß die Fabrik sich von außen schön präsentiere, er wünscht seinen Nachbar durch eine schöne Außenseite zu überbieten, mancher Architekt glaubt es mit seinem Rufe nicht vereinbaren zu können, etwas anderes als Schönes zu bauen. Auf Aeußerlichkeiten wird dann eine Menge von Geld verwandt, welches für andere Zwecke nötiger wäre. Ein Fabrikgebäude braucht nicht schön zu sein; die einzige Aufgabe, welche es hat, besteht darin, den in ihm Befindlichen ein Obdach zu sein, seinen Inhalt vor Wind und Regen zu schützen. Mit je einfacheren Mitteln dieses erreicht wird, um so viel besser ist es. Jeder äußere Schmuck, jedes Ornament ist Überfluß. Seinen Schönheitssinn befriedige der Besitzer in seinem Wohnhause, nachdem die Fabrik ihm die Mittel gewährt hat, seinem Hange zum Luxus nachzugehen. Die Fabrik hat den Zweck, Geld zu verdienen, und die Erfüllung dieses Zweckes sollte ihr nicht durch unnötige Belastung erschwert werden.

Eine falsche Sparsamkeit würde es dagegen sein, wenn man an der Beschaffenheit des Materiales sparen wollte, wenn man in der Absicht, in möglichst kurzer Zeit die ganzen Anlagekosten getilgt

zu sehen, schlecht bauen wollte. Dieses wäre eine Verschwendung, womöglich noch größer, als die oben gerügte. Man würde dann leicht in die Lage kommen, durch unabläſſig sich wiederholende Reparaturkosten, teuerer gebaut zu haben, als wenn man gleich von vornherein auf genügende Dauerhaftigkeit gesehen hätte.

Die Dauerhaftigkeit des Materiales ist in den Zuckerfabriken auf mancherlei Weise gefährdet. Der innere Raum ist beständig erfüllt von einer warmen, mit Dampf gesättigten Luft, an vielen Orten ist ein Ueberfließen von Wasser nicht zu vermeiden. Wärme und Feuchtigkeit sind aber die sichersten Verderber jedes Baumateriales und sie werden es um so rascher zerstören, von je leichter angreifbarerer Beschaffenheit dasselbe ist. Deshalb wähle man beim Ziegelbau die besten, hartgebrannten Steine; man ersetze, überall, wo es irgend thunlich ist, Holz durch Eisen, welches in gutem Ölfarbenanstriche zu erhalten ist; man sorge überall, wo Wasser sich verbreiten kann, für Abflüsse; man verschaffe, soweit es möglich ist, der heißen feuchten Luft durch Ventilationsvorrichtungen Abzüge, durch welche sie ins Freie entweichen und durch frische ersetzt werden kann.

Bei der Beschaffung der Maschinen und Apparate wähle man nur das, was sich als zweckmäßig bewährt hat, man spare am Preise nicht, bezahle lieber eine gute Maschine etwas teuerer, als eine minder gute mit weniger Geld. Bei der Einführung neuer Konstruktionen sei man vorsichtig, man prüfe genau, ehe man sich für dieselben entscheidet. Hat man aber gefunden, daß das Neue sich besser bewährt hat, als das Alte, daß durch eine neue Konstruktion sich angemessene Ersparungen gegenüber der vorhandenen machen lassen, dann zögere man auch nicht mit der Einführung des Besseren, denn jeder Tag Verzug bringt, durch das Nichtverwirklichen jener Ersparungen, Verlust.

Die innere Einrichtung sei so beschaffen, daß der ganze Betrieb möglichst übersichtlich sei, daß man auf jeder einzelnen Station alles beobachten kann, was daselbst vorgeht. Alle dunkelen Ecken und Winkel sind auszuschließen, sie werden nur Mittel zu Unordnungen und Ungehörigkeiten.

4. Die Leitung der Fabrik.

Die Leitung der Fabrik zerfällt naturgemäß in den kaufmännischen und den technischen Teil. Nicht immer dürften Männer zu finden sein,

die beiden dieser Zweige vorzustehen im stande wären, es ist deshalb in den weitaus meisten Fällen angezeigt, beide zu trennen und durch zwei verschiedene Persönlichkeiten verwalten zu lassen. Beide haben dann, jeder für sich und für sein Amt, die volle Verantwortlichkeit zu tragen. Es kann weder der technische Direktor dem kaufmännischen, noch der letztere dem ersteren untergeordnet sein, beide müssen ganz gleich gestellt sein. Hiervon ist selbstverständlich dann eine Ausnahme zu machen, wenn der Eigentümer der Fabrik sich die Leitung des kaufmännischen Geschäftes vorbehält, oder wenn bei Aktiengesellschaften dieses von dem Verwaltungsrate geschieht. Es ist dann für die kaufmännische Vertretung nur ein Buchhalter erforderlich, dessen Thätigkeit nicht bedeutungsvoll genug ist, um ihn mit dem technischen Direktor auf gleiche Linie zu stellen.

Die ganze Zuckerfabrikation ist die Ausführung einer Reihe von chemischen Prozessen. Der technische Direktor sollte daher ein gründlich gebildeter Chemiker sein. Nur wenn derselbe volle Kenntnis der Chemie besitzt, wird es ihm möglich sein, alle Vorgänge, um welche es sich handelt, klar zu durchschauen, wird er im stande sein, darnach zu streben, die Teile der Fabrikation, welche uns bis jetzt noch dunkel sind, aufzuhellen und wirkliche Verbesserungen einzuführen.

Chemische Kenntnisse allein genügen aber nicht, um einen Mann zum Fabrik-Direktor geeignet zu machen. Er muß mit dem ganzen Maschinenwesen vertraut sein, er muß auf das genaueste die Bestimmung jedes einzelnen Teiles des ganzen zusammengesetzten Apparates kennen, er muß im stande sein, bei Neueinrichtungen dem Maschinenfabrikanten klar den zu bauenden Apparat vorzulegen, er muß die Aufstellung aller Apparate überwachen können. Er muß auch bei eintretenden Unglücksfällen, bei Brüchen von Maschinenteilen und dergleichen wissen, wie Abhilfe zu schaffen ist, er muß sich dann zu helfen verstehen, um womöglich einem Stillstande des ganzen Betriebes vorbeugen zu können.

Fast wichtiger noch, als diese Kenntnisse, ist der Charakter des Mannes, dem man die Leitung der Fabrik zu übergeben beabsichtigt. Ein guter Direktor darf kein anderes Interesse kennen, als das seiner Fabrik, er muß ihr seine ganze Thätigkeit, seine ganze Zuneigung zuwenden, unermüdlich bei Tag und Nacht muß er stets am Platze sein. Unerschrocken und kalten Blutes bei Gefahren, muß er der erste

sein, welcher, ohne an sich zu denken, hilft, wo es zu helfen gilt. Bei ungewöhnlichen Ereignissen, die im Laufe der Zeit in keiner Fabrik ausbleiben, soll er seinen Untergebenen durch sein Beispiel vorleuchten und sich selbst nötigenfalls der schwersten Arbeit unterziehen, um bei seinen Arbeitern Nacheiferung zu erwecken. Vor allem soll er es verstehen, mit den ihm untergebenen Arbeitern auf richtige Weise zu verkehren. Kein Befehl werde gegeben, der nicht vorher wohl erwogen ist, keine Anordnung getroffen, die nicht unbedingt der Sache wegen nötig ist, keine Anforderung werde an die Arbeiter gestellt, deren Ausführung über ihre Leistungsfähigkeit hinausgeht. Nur dadurch ist es möglich, die so notwendige Autorität sich zu bewahren. Nichts setzt einen Vorgesetzten in den Augen der Untergebenen so sehr herab, als planloses Handeln, Hin- und Herschwanken der Meinung, widerrufene Befehle und Anordnungen, sowie unverständiges Verlangen von nicht ausführbaren Handlungen. Hat der Direktor einer Fabrik durch solches Gebaren einmal den Respekt seiner Arbeiter eingebüßt, so ist er nie wieder zu erlangen; der Vorgesetzte macht nicht allein sich selber unmöglich, sondern trägt auch Schuld daran, wenn ein sonst vielleicht recht brauchbarer Arbeiterstamm verdorben wird.

Vor allem aber soll er allen seinen Untergebenen in jeder Beziehung Gerechtigkeit widerfahren lassen. Jede Ungerechtigkeit, bestehe dieselbe in Tadel, in Strafen oder in Lohnkürzungen, rächt sich, indem sie den Arbeiter unlustig zur Arbeit macht und, je nach seiner Charakteranlage, zu Widersetzlichkeiten oder zu hinterlistigen Schädigungen der Fabrik verleitet. Pünktlichkeit und strengste Gewissenhaftigkeit bei der Auszahlung des ehrlich verdienten Lohnes und menschenwürdige Behandlung auch des geringsten Arbeiters können in heutiger Zeit allein noch das Verhältnis zwischen Arbeitgeber und Arbeiter erträglich gestalten.

Gelingt es, einen Mann zu finden, der allen diesen Anforderungen entspricht, so kann man sich glücklich preisen. Man suche ihn auf jede Weise an die Fabrik zu fesseln, ein Ersatz dafür ist nicht leicht zu schaffen.

Die Aufgabe des technischen Direktors ist die stete Überwachung des Gesamtbetriebes. Sind auch an allen einzelnen Stationen zuverlässige Oberarbeiter oder auch Aufseher anzustellen, die für das, was in ihrem Bezirke geschieht, verantwortlich zu machen sind, so ist doch

eine unausgesetzte Überwachung an allen Orten erforderlich, da durch jede Unachtsamkeit die erheblichsten Verluste herbeigeführt werden können. Der Direktor hat überall zu beobachten, ob seine Anordnungen genau ausgeführt werden, ob jeder seine Schuldigkeit thut. Damit ist seine Zeit und seine Arbeitskraft auch vollständig in Anspruch genommen. Verkehrt würde es sein, wenn er selbst sich mit den täglich vorzunehmenden chemischen Untersuchungen zu befassen hätte. Diese kann jeder jüngere Chemiker ausführen, und ein solcher findet im Laboratorium einer Zuckerfabrik reichliche Beschäftigung, namentlich wenn eine regelmäßige Kontrolle der Fabrikationsverluste vorgenommen wird, die allein eine systematische Überwachung des Betriebes und Abstellung von vorkommenden Unregelmäßigkeiten ermöglicht. Täglich sollte genau festgestellt werden, wieviel Zucker in Form der gelieferten Rüben in die Fabrik eingeführt wird, und damit ist zu vergleichen, wie viel reiner Zucker in dem fertigen Fabrikate gewonnen wird. Außerdem sollte aber auch täglich im Laboratorium ermittelt werden, wie viel Zucker in den Rückständen aller Art, in Schnitzeln, im Scheideschlamme u. s. w. verloren geht. Zeigen sich hier ungewöhnliche Zahlen, so liefern sie den Beweis, daß an der betreffenden Station der Arbeiter seine Schuldigkeit nicht gethan hat, oder daß ein, vielleicht unbemerkt gebliebener Fehler im Apparate vorhanden ist, und es wird dann leicht sein zu ermitteln, wo der Mangel liegt und wie ihm abzuhelfen ist. Wird eine solche Kontrolle nicht ausgeübt, so tappt man vollständig im Dunkeln, man vermutet zwar, ob die Fabrik gut oder schlecht arbeitet, erfährt aber erst beim Abschlusse des Jahres, ob Gewinn oder Verlust gemacht sei. Durch die Kontrolle wird das Resultat im großen und ganzen jederzeit klar vor Augen geführt, es wird durch dieselbe gezeigt, an welchem Orte der Fabrikation ein schwacher Punkt vorhanden ist, wo Abhilfe erforderlich ist und es wird die Aufmerksamkeit des Direktors auf diese Station ganz besonders gelenkt werden, um durch verbesserte Einrichtung dort den Verlusten vorzubeugen.

Man soll sich aber nicht damit begnügen, vielleicht einmal täglich solche Untersuchungen auszuführen, vielmehr sollte der Chemiker die ganze Schicht hindurch und ausschließlich mit solchen Arbeiten beschäftigt werden. Die Kosten hierfür machen sich tausendfach bezahlt. Ich komme hier auf einen Punkt, der noch lange nicht überall voll-

kommen gewürdigt wird. Sehr viele Fabriken begnügen sich aus falscher Sparsamkeit mit einem einzigen Chemiker, dieser aber wird nicht etwa während der Nacht beschäftigt, wo naturgemäß in der Behandlung der Rüben und Säfte am leichtesten Fehler gemacht werden, nein, derselbe übt seine Kontrolle meist nur während der Tagesschicht aus, zu einer Zeit also, an welcher die Arbeiter an sich schon aufmerksamer sind und außerdem noch der Direktor, der Maschinenmeister, der Siedemeister und vielleicht noch einige Aufseher fortwährend den Betrieb kontrollieren. Häufig ruht während der Nacht die ganze Last des Betriebes allein auf die Schultern des sogenannten Nachtaufsehers, der in den meisten Fällen noch nicht einmal ein technisch ausgebildeter Mann, sondern ein intelligenter Arbeiter ist, der durch jahrelange Thätigkeit in der Industrie sich einige praktische Erfahrungen angeeignet hat.

Jede rationell geleitete Fabrik sollte daher zwei Chemiker anstellen, welche wöchentlich mit Tag- und Nachtschicht abwechseln.

Allerdings wird man einwenden, daß es den Fabriken jetzt schon schwer wird, ihren Bedarf an chemischen Kräften zu decken. Diese Schwierigkeit ist aber erst durch das Institut des sogen. Kampagne-Chemikers hervorgerufen worden, eine Einrichtung, die in keinem Lande so ausgebildet ist, wie in Deutschland, dem Lande, welches sich vor allen Ländern seiner Wissenschaftlichkeit rühmt.

Sollte es nicht selbst der kleinsten Fabrik möglich sein, wenigstens einen Chemiker für das ganze Jahr anzustellen? Die kleine Mehr-Ausgabe von etwa 600 M. für das Jahr steht doch in gar keinem Verhältnisse zu den Vorteilen, welche der Fabrik dadurch erwachsen, daß die chemische Kontrolle durch eine Persönlichkeit ausgeübt wird, die sich mit der Zeit eine genaue Kenntnis der besonderen Eigentümlichkeiten der Fabrik, ihrer Rüben u. s. w. verschafft und die ein Interesse an ihrem Gedeihen hat. Von einem jungen Manne, der genau weiß, daß er nach drei Monaten aus der Fabrik, in der er jetzt arbeitet, austritt, um dieselbe vielleicht in seinem Leben nicht wieder zu sehen, kann man besten Falles, nämlich wenn er eine besonders anständige Gesinnung besitzt, erwarten, daß er genau und mechanisch die vorgeschriebenen analytischen Arbeiten anfertigt, von einem für die Dauer angestellten Chemiker aber kann man verlangen, daß sein Interesse weiter geht, daß er sich bemüht, Betriebsschäden vorzubeugen, und

wie unendlich viele Stellen in der Fabrik giebt es, wo man vorbeugen kann, wenn man will. Der Chemiker kann den Ursachen nachforschen, wenn er findet, daß der Gehalt der Kohlensäure zurückgeht, daß die Alkalitäten der Säfte sich plötzlich ändern u. s. w., und sobald man die Ursachen kennt, ist die Abhilfe meist leicht.

Die Arbeiten des Chemikers sammeln sich in einem besonderen Buche, welches, bei zweckmäßiger Einrichtung, dem Direktor in jeder Minute genauen Aufschluß darüber giebt, ob der Betrieb in Ordnung ist oder nicht. In dasselbe, das sogenannte Laboratoriumsbuch, werden die Resultate der einzelnen Untersuchungen eingetragen. Da diese Untersuchungen, wie bei allen chemischen Industrieen, sich für die einzelnen Stationen immer wiederholen, wird das Laboratoriumsbuch in Kolonnen eingeteilt. Es muß enthalten: eine Kolonne für den Zuckergehalt der Rüben, eine solche für die Zusammensetzung des Diffusionssaftes, eingeteilt in vier Spalten für: Grade Brix, Polarisation, Nichtzucker und Reinheitsquotient des Diffusionssaftes, verschiedene Kolonnen für die Alkalitäten der Dünn- und Dicksäfte, für den Kalkgehalt der Dicksäfte, für den Zuckergehalt der Abgänge, wie der Diffusionsrückstände (Schnitzel, Wasser), der Schlämme u. s. w., für die Zusammensetzung der Füllmassen, der verschiedenen Zuckerprodukte und der Syrupe und Melassen. In den späteren Abschnitten dieses Werkes wird es dem Leser von selbst klar werden, wie ein solches Buch praktisch einzurichten ist.

Neben dem Laboratoriumsbuche muß der Direktor aber noch, das ist ihm steuergesetzlich vorgeschrieben, ein sog. Betriebsbuch halten, mit dessen Führung er eine andere Person beauftragen kann. Die mit der verantwortlichen Führung des Betriebsbuches betraute Persönlichkeit muß der Steuerbehörde angezeigt werden.

In dieses Betriebsbuch werden täglich eingetragen: das Gewicht der verarbeiteten Rüben, der produzierten Füllmasse, des produzierten Zuckers aller Produkte und der produzierten Melasse.

Laboratoriumsbuch und Betriebsbuch zusammen ermöglichen erst die regelmäßige Kontrolle des Betriebes. Nach Schluß einer jeden Woche werden aus ersterem Durchschnitte, aus letzterem Summen gezogen. Mit dem Abschlusse des Betriebsbuches wartet man selbstverständlich, bis alle Produkte der Woche aufgearbeitet sind, was in der Regel nicht vor Montag der neuen Woche der Fall sein

kann. Aus den Summen der Rüben, der Füllmasse und des Zuckers berechnet man dann, wie viel Prozent der letztgenannten Produkte man aus den Rüben, und wie viel Prozent Zucker man aus der Füllmasse gewonnen hat.

Nachdem man alle diese Zahlen beisammen hat, geht man an die Betriebsberechnung, für die man sich praktischer Weise Formulare anfertigen läßt, wie das nachstehende. Die in dasselbe in Kursivschrift eingesetzten Notizen lassen die ganze Art und Weise der Berechnung ohne weitere Erklärung erkennen:

Woche vom n ten **bis** m ten **Oktober 1892.**

Verarbeitete Rüben: *41 560* mctr.
Zuckergehalt der Rüben: *13,01* %.
Gewonnene Füllmasse: *5714,50* mctr = *13,75* % der Rüben.
Polarisation der Füllmasse: *90,5* %, Reinheitsquotient der Füllmasse *91,8*.
Gewonnenes Erstprodukt: *4200,10* Ztr. = *10,16* % der Rüben = *73,5* % der Füllmasse.
Polarisation des Erstproduktes: *95,7* % Z., Asche *0,87* %.

Verlust-Berechnung:

Gehalt der Rüben . . . . . *13,01* % *Zucker*
13,75 % Füllmasse à *90,5* % Zucker . . . . *12,44* „ „
Gesamt-Verlust *0,57* % *Zucker*

	Zuckergehalt	die Abgänge betragen % der Rüben	Verlust auf 100 kg Rüben berechnet	
Ausgelaugte Schnitzel .	0,33 %	100	0,330	
Diffusionswasser	0,10 „	200	0,200	
Schlamm der ersten Sat.	0,25 „	6,5	0,020	
Schlamm der Nachsaturat.	0,15 „	1,5	0,002	*0,552* „ „

unbestimmter Verlust *0,018* % „

Am Jahresschlusse, oder wenn sämtliche Produkte zur Ablieferung gelangt sind, wird eine Generalabrechnung über die ganze Betriebsperiode gemacht, wie z. B.

Zuckerfabrik N. N.

Betrieb 1890/91.

Verarbeitete Rüben 347 510 mctr.

Rohe Schnitzel, Untersuchung des Saftes: 18,7 ° Bx
15,7 Proz. Polarisation
3,0 „ Nichtzucker
83,9 Quotient

Alkohol-Digestion: 13,50 Proz. Zucker in den Rüben.

Es wurden gewonnen:

				Zucker als chemisch rein berechnet
31,40 mctr	Konsumzucker,	99,5 % Pol.	. . . . .	31,24 mctr
36 460,00 „	I. Produkt,	96,51 „ „	(0,78 % Asche)	35 187,55 „
4 302,00 „	II. „	92,52 „ „	(2,28 „ „)	3980,21 „
735,00 „	III. „	93,4 „ „	(2,56 „ „)	686,49 „
1 071,00 „	Melasse	50,0 „ „	. . . . .	535,50 „
9 911,00 „	„	48,0 „ „	. . . . .	4757,28 „

Summa 45 178,27 mctr
= 13,00 Proz. der Rüben.

Zucker eingeführt in den Rüben 13,50 Proz.
„ gewonnen im ganzen 13,00 „
Totalverlust 0,50 Proz.

Nachweisbare Verluste:
a) Erschöpfte Schnitzel . . . . . 0,24 Proz.
b) Abflußwasser von der Diffusion . 0,05 „
c) Schlamm der ersten Saturation 0,12 „
„ „ zweiten „ 0,02 „
Zusammen 0,43 Proz.

Gewonnene Füllmasse 50 146,40 mctr von 88,4° Polarisation.
Ausbeute aus der Füllmasse an erstem Produkte 72,8 Proz.

Betrieb 1891/92.

Verarbeitete Rüben 324 610 mctr.

Grüne Schnitzel, Untersuchung des Saftes: 19,2 ° Bx
16,1 Proz. Polarisation
3,1 „ Nichtzucker
83,9 Quotient

Alkohol-Digestion: 14,23 Proz. Zucker in den Rüben.

Es wurden gewonnen:				Zucker, chemisch rein
86,64 metr	Konsumzucker,	99,5 %	Pol.	86,20 metr
36 956,00 „	I. Produkt,	96,67 „	„ (0,66 % Asche)	35 728,00 „
4 710,00 „	II. „	93,53 „	„ (1,79 „ „)	4 406,00 „
10 398,00 „	Melasse	49,5 „	„	5 147,00 „
			Summa	45 367,20 metr
			= 13,97 Proz. der Rüben.	

Zucker eingeführt in den Rüben	14,23 Proz.
„ gewonnen im ganzen	13,97 „
Totalverlust	0,26 Proz.

Nachweisbare Verluste:

a) Erschöpfte Schnitzel	0,21 Proz.
b) Abflußwasser von der Diffusion	0,03 „
c) Schlamm der ersten Saturation	0,12 „
„ „ zweiten „	0,01 „
Zusammen	0,37 Proz.

Gewonnene Füllmasse 50 987 metr von 88,3 Proz.

Ausbeute aus der Füllmasse an erstem Produkt 72,56 Proz.

Die Grundlagen zu solchen Jahresabschlüssen müssen sich für jeden einzelnen Tag in den beiden oben genannten Büchern finden.

Zweites Kapitel.

Die Rüben.

So lange in Deutschland die Rübensteuer bestand, bei welcher das zu verarbeitende Rohmaterial mit der Steuer belegt war, mußte vor allem dahin gestrebt werden, den Zuckergehalt der Rüben durch passende Kultur derselben so weit zu steigern, wie dieses irgendwie möglich war, da derselbe Betrag an Steuer erhoben wurde, gleichviel ob an Zucker reiche oder an Zucker arme Rüben zur Verarbeitung kamen. Dieser Notwendigkeit gehorchend, haben die deutschen Samenzüchter keinen Fleiß und keine Mühe gespart und sind dahin gekommen, von Jahr zu Jahr ein besseres Material zu liefern und haben darin die Fachmänner aller anderen Länder lange Zeit überflügelt. Wenn auch mit der, am 1. August 1892 erfolgten Aufhebung der Materialsteuer dieser Beweggrund zur Veredelung des Rohstoffes in Wegfall gekommen ist, so ist doch ein anderer Umstand in Kraft getreten, der uns zwingt, auf dem früher eingeschlagenen Wege nicht stille zu stehen, sondern an dem Erreichten nicht allein festzuhalten, sondern immer weiter zu streben. Dieser Umstand ist die Konkurrenz des Auslandes, da unsere Nachbaren in Frankreich nicht allein die bis dahin bessere Arbeitsweise unserer Fabriken angenommen haben, sondern auch sich ein Rohmaterial geschaffen haben, welches es ihnen ermöglicht, gleiche Ausbeuten zu erzielen. Welche Veränderungen in dieser Beziehung sich im Laufe der Jahren vollzogen haben, ergiebt sich am besten aus den Zahlen folgender Tabelle, in welcher die aus 100 kg Rüben erzielten durchschnittlichen Ausbeuten beider Länder nebeneinander gestellt sind, wobei noch zu bemerken ist, daß die in französischen Fabriken erzielten Ausbeuten auf Raffinade berechnet sind, während die Ausbeuten der deutschen Fabriken sich auf Rohzucker beziehen.

	Deutschland	Frankreich
1884/85	10,79	5,99
1885/86	11,43	7,83
1886/87	11,87	8,86
1887/88	13,08	9,53
1888/89	11,96	9,76
1889/90	12,36	10,47
1890/91	12,09	9,46
1891/92	12,06	10,26
1892/93	11,98	9,56
1893/94	12,34	10,28
1894/95	12,15	10,44
1895/96	13,96	11,55
1896/97	12,66	10,40
1897/98	12,77	12,08

Während wir daher bis vor wenig Jahren vor unseren westlichen Nachbarn durch unser Rohmaterial und unseren besseren Betrieb einen gewaltigen Vorsprung hatten, sind jene uns in neuester Zeit fast gleich gekommen, und es bedarf daher aller Anstrengungen, um uns von ihnen nicht überflügeln zu lassen.

Es würde jedoch, namentlich unter den jetzigen Verhältnissen, ungerechtfertigt sein, wenn bei der Züchtung des Rübensamens ausschließlich auf möglichst hohen Zuckergehalt gehalten würde, da dieser meist nur auf Kosten der Größe des Ernteertrages zu erringen ist. Vielmehr ist das anzustrebende Ideal, eine Rübe zu erzielen, welche bei hohem Ernteertrage zugleich einen möglichst hohen Zuckergehalt zeigt.

Es kann hier nicht der Ort sein, ausführlich von dem landwirtschaftlichen Teile des Rübenbaues zu handeln, es seien daher nur die wesentlichsten Punkte desselben kurz angeführt.

1. Der Rübensamen.

Eine gute Rübe ist nur aus einem gleichmäßig guten Samen, der unter geeigneten Verhältnissen gewonnen worden ist, zu erzielen. Bei dem Bezuge von Rübensamen wende man sich daher vorzugweise an anerkannte und zuverlässige Züchter. Der Ankauf vom

Samenhändler hat immer seine bedenklichen Seiten, da kein äußeres Merkmal die Beschaffenheit des Samens verrät, und da der Händler selbst nicht in der Lage ist, für die Güte seiner Ware eine Bürgschaft zu übernehmen, welche über die seiner Bezugsquelle hinausgeht.

Wir haben gegenwärtig so viele Samenzüchter, von denen ein jeder in seiner Art vortreffliches Material liefert, daß es schwer fällt, noch besonders vorzügliche Sorten zu nennen. Es mögen daher nur die folgenden erwähnt werden: die Knauer'sche Imperial- und Elektoral-Rübe, erstere vorzüglich für tiefgründige Niederungsböden, die Rüben von Klein-Wanzleben, von Dippe, Rimpau, Vilmorin u. a.

Man kaufe, wie gesagt, seinen Samen nur von Züchtern, die einen langjährigen, guten Ruf besitzen. Die Zuckerrübe hat eine große Neigung zu variieren, daher kann nur eine langjährige Zucht eine gewisse Konstanz verbürgen. Will man Anfänger in der Rübensamenzucht unterstützen, wozu ja in jeder Beziehung eine Berechtigung vorliegt, so thue man dies mit kleineren Quantitäten. Der Anfänger ist gewöhnlich mit seinem Areal so beschränkt, daß seine selbstgebauten Vorräte auch durch kleine Bezüge rasch erschöpft werden.

Niemals bevorzuge man **des billigeren Preises wegen** eine Samensorte vor der anderen, sondern ziehe bei der Auswahl ausschließlich die inneren Eigenschaften des Samens in Betracht. Eine augenblickliche Ersparnis am Samen von 3—4000 M. kann bei der Verarbeitung der Rüben einen Schaden von 100 000 M. und mehr zur Folge haben.

Will man selbst Samen bauen, so sollte dazu unter allen Umständen ein Feld gewählt werden, welches wenigstens ein Kilometer von jedem anderen Rübenfelde entfernt ist. Keine Pflanze neigt so sehr zur Bastardierung wie die Zuckerrübe. Ein und dieselbe Pflanze kann, wenn ihr von anderen Rübenarten Samenstaub durch Winde oder Insekten zugeführt wird, Samen liefern, aus dem die verschiedensten Spielarten der Rüben erwachsen. Man hat daher den Samenbau überall da zu unterlassen, wo in der Nachbarschaft Futterrüben oder auch fremde Varietäten der Zuckerrübe wachsen.

Bei der Auswahl der künftigen Samenpflanzen ist schon im Herbste sorgsam zu verfahren. Man wähle dazu auf dem Felde nur solche Exemplare aus, welche den typischen Charakter der zu er-

zeugenden Sorte deutlich ausgeprägt tragen. Die Form und der Wuchs des Blattes, die Gestalt der Rübe gewähren dabei einen gewissen Anhalt, doch begnügt man sich mit diesen äußerlich wahrnehmbaren Merkzeichen nicht mehr, sondern verwendet nur solche Rüben zur Fortzucht, welche, bei der mit nicht zu großer Mühe auszuführenden Untersuchung einer vorsichtig entnommenen Probe, einen hohen Zuckergehalt aufzuweisen haben, da die Fähigkeit der Zuckererzeugung eine vererbliche Eigentümlichkeit des einzelnen pflanzlichen Individuums ist. Eine zuckerarme Stammpflanze wird aus ihrem Samen stets eine an Zucker arme Nachkommenschaft hervorgehen lassen, während umgekehrt an Zucker reiche Stammpflanzen mit aller Wahrscheinlichkeit auch wertvolle Nachkommen erwarten lassen.

2. Vorbereitung und Düngung des Bodens.

Die Rübe gedeiht am besten nach einer starkgedüngten Halmfrucht und findet dementsprechend in der Fruchtfolge ihren natürlichsten Platz nach Weizen oder Gerste. Einzelne Wirtschaften sind so weit gegangen, auf demselben Boden alle zwei Jahre Rüben zu bringen, z. B. Rüben und Gerste abwechseln zu lassen, ja es sind Rüben abwechselnd mit Cichorien gebaut. Ein solcher Betrieb wird aber nur unter ganz ausnahmsweisen Verhältnissen möglich sein.

Im allgemeinen wird man in einer zehnjährigen Fruchtfolge nicht mehr als dreimal mit Rüben kommen, wenn nicht der Boden ganz besonders für den Rübenbau geeignet ist, und wenn nicht eine außergewöhnliche Zufuhr von Pflanzennährstoffen durch Düngung erfolgt.

Unmittelbar, nachdem die Halmfrucht das Feld geräumt hat, wird die Stoppel umgebrochen. Im Herbste pflügt man dann so tief, wie es die Beschaffenheit des Bodens zuläßt, läßt im Winter in rauher Furche liegen und bearbeitet im Frühjahre den Boden mit Egge und Walze zur Saat. Man vermeide, wenn es irgend möglich ist, im Frühjahre nochmals zu pflügen, um nicht durch erneuerte Lockerung des Bodens die Winterfeuchtigkeit einzubüßen. Betreffs der Düngung gilt im allgemeinen die Regel, daß Zuckerrüben möglichst nicht in frischer Stallmistdüngung zu bauen seien, da solche zwar starke Erträge liefern, aber so reich an fremden Substanzen werden, daß sie nicht mit Vorteil zu verarbeiten sind. Die Zuckerrübe soll nach einer kräftigen Düngung

die zweite Frucht bilden. Jedoch ist man in neuerer Zeit mit der Verwendung des Stallmistes nicht mehr so ängstlich wie früher, nur sollte derselbe, wenn er gegeben wird, stets zeitig im Herbste untergebracht werden. Jauche, Latrine u. dergl. sind vom Rübenacker unbedingt auszuschließen. Diese Stoffe erzeugen zwar stets eine große Menge Rüben, doch sind solche Rüben meist ein Schrecken für den Fabrikanten, weil sie Verarbeitungsschwierigkeiten bereiten, mehr noch, als solche, die in frischem Stallmiste gebaut sind. Die ungünstige Wirkung aller dieser Düngemittel beruht darauf, daß der in ihnen enthaltene Stickstoff zu organischen Stoffen verbunden ist und im Boden erst zu der den Rüben allein zuträglichen Salpetersäure oxydiert werden muß; dieser Oxydationsvorgang ist ein verhältnismäßig langsamer und dauert daher während der ganzen Vegetationsperiode der Rüben an, sodaß letztere gleichsam einer fortwährenden Kopfdüngung mit Chilisalpeter unterworfen werden. Eine späte Kopfdüngung mit Chilisalpeter aber erzeugt erfahrungsgemäß stets unreife Rüben. Ein Landwirt, dem das Wohl seiner Zuckerfabrik am Herzen liegt, sollte solche Düngemittel stets nur zur Vorfrucht verwenden, und einer, der nur sein eigenes Interesse kennt, ebenfalls, da dessen Rüben sehr bald erkannt und von allen Fabriken verabscheut werden.

Über die Benutzung der käuflichen Düngstoffe ist unendlich viel geschrieben und gesprochen worden. So widersprechend die Meinungen über diesen Gegenstand im großen und ganzen auch sind, so hat es sich doch im Laufe der Jahre herausgestellt, daß eine Beigabe nicht unbedeutender Mengen von stickstoffhaltigen Superphosphaten immer nur vorteilhaft sei. Ob diese Düngung nun am zweckmäßigsten in Form von Mischungen von Guano mit Superphosphat, von schwefelsaurem Ammonium mit Superphosphat, von Chilisalpeter mit Superphosphat zu erfolgen habe, in welchem Verhältnisse man Stickstoff und Phosphorsäure anwende und in welchen Mengen, darüber läßt sich allgemein Gültiges durchaus nicht sagen. Als in vielen Fällen bewährt, läßt sich eine Düngung, welche auf ein Hektar 50 kg Stickstoff und 100 kg lösliche Phosphorsäure enthält, bezeichnen. Ob man über dieses Maß hinauszugehen habe oder darunter bleiben kann, darüber muß der Boden selbst die Entscheidung geben, man kann nur durch den Boden, durch sorgfältig angestellte Versuche, die Antwort auf die Düngerfrage erhalten.

Selbstverständlich kann man auch den stickstoffhaltigen Dünger vom Superphosphat getrennt ausstreuen, ja in der Regel wird dies vorzuziehen sein, weil natürlich der Düngerfabrikant für das Mischen einen gewissen Gewinn beansprucht. Für Mischungen aus Chilisalpeter und Superphosphat kommt noch dazu, daß sich dieselben beim Lagern nicht halten, sondern mit der Zeit an Stickstoff verlieren.

Statt der Superphosphate werden in neuerer Zeit auch gewisse Düngemittel, welche die Phosphorsäure in einer nicht in Wasser löslichen Form enthalten, vielfach empfohlen (Thomasmehl). Hat man auch in manchen Fällen günstige Erfolge mit solchem Materiale aufzuweisen, so hat es doch ebenso oft im Stiche gelassen. Unter diesen Umständen kann man daher nur dazu raten, sich auch ferner der seit vielen Jahren bewährten Superphosphate zu bedienen, und die Phosphorsäure nur in der in Wasser löslichen Form zu verwenden. Bei dieser ist man sicher, daß sie sich im Boden verbreitet, soweit dies überhaupt bei dem Absorptionsvermögen desselben möglich ist, während die unlösliche Phosphorsäure erst durch das Eintreffen verschiedener günstiger Bedingungen zur Wirksamkeit gelangen kann.

Die Wirkung der Superphosphate beruht ja ganz besonders auf der feinen Verteilung der Phosphorsäure im Boden. Zwar geht die lösliche Phosphorsäure im Boden sofort unlösliche Verbindungen ein, die, wie andere unlösliche Phosphate, erst durch die sauren Ausscheidungen der Pflanzenwurzeln in Lösung gebracht werden müssen; dadurch aber, daß die Phosphorsäure der Superphosphate sich im Boden verteilt, finden die Pflanzen überall die ihnen zusagende Nahrung, entwickeln infolgedessen ein sehr reichliches Wurzelsystem und sind nun auch im stande, die schon von früher her im Boden befindliche Phosphorsäure aufzunehmen. Auf diese Weise erklärt sich die oft überraschend günstige Wirkung selbst kleiner Superphosphatgaben auf die Vegetation.

Diese Düngestoffe werden immer im Frühjahre kurz vor der Aussaat, aufgestreut und durch den letzten Eggenstrich mit der Ackerkrume gemischt.

Bei der Düngung ist ferner zu berücksichtigen, daß die Rübe außerordentlich große Ansprüche an den Kalivorrat des Bodens macht. Man kann annehmen, daß eine mittlere Ernte von Zuckerrüben dem Boden vom Hektare 70—80 kg Kali entzieht, und daß sie den Boden

in diesem Verhältnisse ärmer an Kali macht. Da aber bei fortwährendem Entzuge allmählich Mangel eintreten muß, so muß überall da, wo nicht Überfluß vorhanden ist, für Ersatz gesorgt werden, wenn nicht die Folgen der Erschöpfung des Bodens sich durch ein Zurückgehen der Erträge geltend machen sollen.

Um das Bedürfnis für Kali, oder einen Überschuß an Kali zu erweisen, ist die chemische Analyse des Bodens nicht geeignet, da sie nur die Menge des vorhandenen Kalis nachweisen kann, aber keine Auskunft darüber zu gewähren vermag, ob das Kali in der Form auftritt, in welcher die Pflanze es aufzunehmen vermag, und ebensowenig darüber, ob eine genügende Menge in dieser allein maßgebenden Form zugegen ist. Einen sicheren Anhalt erhält man jedoch durch die Untersuchung des aus dem Acker abfließenden Drainwassers. Alle Bodenarten, deren Drainwasser Kali enthält, sind so reich an diesem Pflanzennährstoffe, daß eine Zufuhr Verschwendung wäre. Enthält das Drainwasser kein Kali, so sollte man regelmäßig mit Kalisalzen düngen.

In welcher Form sind die Kalisalze zu verwenden? Die Antwort auf diese Frage wird auf die verschiedenste Weise gegeben? Nach den einen ist Chlorkalium geradezu Gift für die Zuckerrübe, nach den anderen ist es harmlos, die einen wollen mit größtem Vorteile die geringhaltigen Kalisalze verwenden, während andere nur hochgradige Salze für geeignet erachten. Stohmann ist der Meinung, daß die Form, in welcher die Kalisalze angewandt werden, gleichgültig sei, wenn man bei ihrer Verwendung richtig verfährt. Man wähle das Salz, in welchem man 100 kg Kali am Orte der Wirtschaft am billigsten bezahlt.

Kalisalze irgend welcher Art sollten nie im Frühjahre, sondern **möglichst früh im Herbste**, besser noch **zur Vorfrucht** dem Rübenfelde gegeben werden.

Durch die fremden Salze, welche den Kalisalzen des Handels, dem Kainit u. s. w. beigemengt sind, und durch die Umsetzungsprodukte, welche die Kalisalze mit den Bestandteilen des Bodens bilden, kann die Beschaffenheit der Rüben benachteiligt werden. Läßt man diesen fremden Stoffen aber Zeit, um durch die Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit in das Drainwasser, oder in den tiefen Untergrund fortgeführt zu werden, so bleibt das Kali in der für die Pflanzen geeignetsten Form zurück, während jene sich längst außerhalb des Bereiches der Pflanzenwurzel befinden. Dies wird zum Teile geschehen, wenn

man die Kalisalze gleich beim ersten Umbrechen der Stoppel aufstreut, Herbst- und Winterregen, der schmelzende Schnee werden die Auswaschung der fremden Stoffe bewirken. In noch vollkommnerem Maße erreicht man seinen Zweck, wenn die Kalisalze bereits zu der Vorfrucht gegeben werden. Am besten würde es aber sein, wenn man unmittelbar nach der Rübenernte für die nächsten Rüben bereits mit Kali düngte. Es verfließen alsdann drei, auch vier Jahre, ehe die Pflanze wiederkehrt, welche wir vor dem nachteiligen Einflusse der fremden Salze schützen wollen, und es wird wohl niemand glauben, daß so leicht lösliche Salze dann noch irgend welchen nachteiligen Einfluß ausüben können.

Fällt auch bei dieser Verwendungsart der Nachteil fort, welchen die vielen in den unreineren Salzen enthaltenen Chloride den Rüben bringen (Chloride vermindern bei Rüben sowohl, als auch beim Wein den Zuckergehalt), so wird man doch später vielleicht von den kaliarmen Salzen, Kainit und Carnallit, die jetzt so ungemein beliebt sind, zu den hochprozentigen Fabrikaten zurückkehren, weil ein schädigender Einfluß der Nebensalze auf die Zusammensetzung des Bodens kaum wegzuleugnen ist. Den Landwirten wollen wir daher empfehlen, bei der Verwendung von Kalisalzen recht aufmerksam zu sein und besonders durch häufige chemische Untersuchung des Drainwassers nach der Kalidüngung feststellen zu lassen, ob Pflanzennährstoffe in demselben verloren gehen.

Die vorstehenden Angaben beziehen sich auf Rübenböden normaler Beschaffenheit, welche ein genügendes Absorptionsvermögen besitzen, um das dem Boden gegebene Kali festhalten zu können. Für den Zukunftsrübenbau auf magerem Sandboden (s. S. 5) lautet das Rezept: „Man nehme für Zuckerrüben auf ein Hektar 16 mctr Kainit, wovon 8 mctr auf das aufgetriebene Herbstfeld vor dem Winter kommen. Zur ersten und vor der letzten Hacke gebe man je 4 mctr. Eine solche Kopfdüngung verträgt die Rübe ganz gut. Dabei muß der Acker auch noch genügende Mengen an künstlichen Düngemitteln, an Stickstoff und Phosphor erhalten.“ Auch zu diesem Rezepte läßt sich nur anraten: Abwarten, ob sich's bewährt! also, vorläufig auf dieser Basis keine Zuckerfabrik zu gründen.

In vielen Fabrikwirtschaften verwendet man den Chilisalpeter mit Vorliebe, weil man häufig beobachtet hat, daß durch denselben das

Wachstum der Rübe sehr begünstigt wird und weil derselbe auf dem Düngermarkte einen so billigen Preis hat, daß die sonstigen stickstoffhaltigen Düngstoffe nicht mehr mit ihm konkurrieren können. Bei der alleinigen Verwendung von Chilisalpeter wird man aber nur dann seine Rechnung finden, wenn man es mit einem Boden zu thun hat, der durch vorherige vortreffliche Pflege in einen äußerst günstigen Kraftzustand versetzt worden ist, der überreich an allen Pflanzennährstoffen ist. Man darf nie vergessen, daß man durch den Salpeter dem Boden von allen seinen Bestandteilen nur nimmt, ohne ihm anderes als Stickstoff zu geben, und daß man auf dauernde Ernten bei Anwendung von Salpeter nur dann rechnen kann, wenn man dem Boden das wieder giebt, was man ihm durch die gesteigerten Ernten genommen hat. Vor allem ist bei einer Salpeterdüngung eine Zugabe von reichlichen Mengen von Phosphorsäure nicht zu unterlassen. Letzteres kann ohne Nachteil nur in solchen Fällen und dann nur für eine gewisse Zeit geschehen, wo man es mit einem überreichen Boden zu thun hat, oder wo, durch vorhergehende über den Bedarf hinausgehende Düngungen mit Phosphaten, sich ein Überschuß an Phosphorsäure im Boden angesammelt hat. Solange dieser Vorrat ausreicht und solange die übrigen Nährstoffe der Pflanze in reichlicher Menge vorhanden sind, wird man bei alleiniger Verwendung von Chilisalpeter reiche Ernten machen können. Das Ende einer derartigen Bewirtschaftung ist aber abzusehen.

Als Normaldüngung wird von Maercker eine Menge von 600 kg auf ein Hektar angegeben. Davon sollen anfangs März 200 kg und der Rest nach dem Aufgange der Rüben, vor der ersten und bei der zweiten Hacke gegeben werden.

Die natürlichste Düngung für die Rübenfelder besteht immer in denselben Bestandteilen, welche die Rüben dem Boden entzogen haben, also in den Stoffen, welche den Zucker begleiten und von welchen der Zucker in den verschiedenen Stadien der Fabrikation getrennt wird. Alle Abfälle, die sich ergeben, Scheideschlamm u. dergl., sind daher sorgsam zu Rate zu halten und dem Boden wieder einzuverleiben. Merkwürdigerweise findet der Scheideschlamm, auf dessen Düngerwert später noch zurückzukommen sein wird, bei vielen Rübenbauern viel weniger Beachtung, als er es verdient. Dieses Material enthält nicht allein den weitaus größten Teil der Phosphorsäure, welche dem

Boden entzogen worden ist, sondern er bereichert den Boden, in den er gebracht wird, durch seinen hohen Kalkgehalt und wirkt dadurch in sehr vielen Fällen wesentlich Boden verbessernd. Unter den weiteren Abfällen ist in landwirtschaftlicher Beziehung die Melasse am wichtigsten. Sie enthält fast alles Kali, einen sehr großen Teil des Stickstoffs, beides dem Boden entnommene Stoffe, die dem Boden zurückzugeben sind, um ihn dauernd ertragsreich zu machen.

Bei einem Verkaufe der Melasse werden diese wichtigen Nährstoffe der Pflanzen dem Boden völlig entzogen und müssen durch Zukauf von Düngstoffen der Wirtschaft ersetzt werden. Der Verkauf der Melasse, welcher in früheren Jahren erfolgen mußte, weil man keine Verwendung in der Fabrik für dieses Material hatte, war damals die empfindlichste Verlustquelle für die Rübenwirtschaften. Zum Heile der Landwirtschaft sind in der Elution, der Osmose, der Substitution u. s. w., Methoden erfunden worden, die es nicht allein gestatten, den größten Teil des Zuckers aus der Melasse zu gewinnen, sondern auch den Verlust der Salze, des Stickstoffs zu verhindern. Die dabei sich ergebenden Abfälle sind die wichtigsten Düngstoffe. Böten diese Verfahrungsweisen auch gar keine weiteren Vorteile als die Wiedergewinnung der dem Boden entzogenen Stoffe, so wären diese hinreichend, um ihretwegen die Elution u. s. w. einzuführen. Durch die Düngung mit den hierbei abfallenden Flüssigkeiten werden die Felder bereichert in solchem Maße, daß die Zufuhr von käuflichen Düngstoffen erheblich beschränkt, und also ein erheblicher Kapitalaufwand vermieden werden kann.

3. Die Aussaat.

Die Rübe bedarf in unserem Klima für ihr Wachstum von der Aussaat bis zur Ernte fünf bis sechs Monate Zeit, um zur völligen Reife zu kommen. Je frühzeitiger man daher die Aussaat vornimmt, um so empfehlenswerter ist es, namentlich um später bei der Ernte nicht durch Fröste gestört zu werden. Als Anfangstermin kann man in Mitteldeutschland, der Provinz Sachsen, Anhalt, Braunschweig in günstigen Jahren etwa Mitte März, als äußersten Termin Mitte Mai bezeichnen.

Nur in ganz ausnahmsweis günstigen Jahren kann es geraten sein, die Aussaat schon vor dem bezeichneten Termine vorzunehmen,

da es vorher meist dem Boden an Wärme fehlt, um die Keimung eintreten zu lassen und außerdem Nachtfröste drohen, welche die junge Saat vernichten können. Die Rübe entwickelt sich immer am besten, wenn sie in ihrem Wachstume keine Störung erleidet, wenn die Pflänzchen, unmittelbar nachdem sie die Samenhüllen gesprengt haben, zu einer gleichmäßigen Vegetation gelangen. Dies findet aber nur statt, wenn die Temperatur des Bodens und der Luft eine angemessene ist. Ist die eine oder die andere zu niedrig, so bleibt die Entwickelung der Pflanze zurück, ja es kann ihr ganzer Entwickelungsgang dauernd geschädigt und gänzlich verändert werden. Während bei normal wachsenden Zuckerrüben die Ausbildung der ganzen Pflanze eine zweijährige ist, tritt sehr häufig, bei den in ihrer ersten Jugend geschädigten Pflanzen, später eine so beschleunigte Vegetation ein, daß der Entwickelungscyklus schon im ersten Jahre beendet wird. Statt normal entwickelter Rüben werden dann zuckerlose sogenannte Samenschießer geerntet.

Eine zu *späte* Aussaat kann aber unter Umständen noch viel größere Nachteile zur Folge haben, ja die ganze Ernte gefährden. Hat man die passende Zeit versäumt, so kann es sich leicht ereignen, daß man durch anhaltendes Regenwetter in der Aussaat gestört wird oder daß anhaltende Trocknis die Keimung verhindert.

Man benutze daher mit Fleiß die *ersten* Frühlingstage, welche nach obigem für diese Arbeit geeignet sind, und lasse, wenn es nicht anders geht, lieber andere Feldarbeiten ruhen.

Die Aussaat erfolgt fast ausnahmslos mit der *Drillmaschine*. Bei der gewöhnlichen sechsfüßigen (188 cm breiten) Maschine verwendet man entweder fünf oder vier Drills, wodurch die Reihen einen Abstand von 37 resp. 47 cm erhalten. Der weitere Abstand der Reihen erleichtert zwar die spätere Bearbeitung, ist jedoch nur bedingungsweise zu empfehlen. Je größer der Abstand der einzelnen Rübenexemplare, je mehr können sie ihrer Neigung, ihr Volumen zu vergrößern, folgen und werden infolgedessen, namentlich auf reichem Boden, zu unförmlicher Größe heranwachsen. Mit diesem übertriebenen Wachstume hält aber die Zuckermenge, welche sich in den Rüben ansammelt, nicht gleichen Schritt, sodaß in diesem Falle der Zuckergehalt im umgekehrten Verhältnisse zu der Größe der Rübe steht. Es ist deshalb zweckmäßig, auf reichen Bodenarten so eng, wie es sonst zulässig

ist, zu drillen, während ärmere Bodenarten, die ohnhin ein allzu üppiges Wachstum der Rübe nicht fördern, eine größere Drillweite gestatten.

Der Samenbedarf richtet sich nach der Zahl der zu drillenden Reihen, durchschnittlich wird man 30 bis 36 kg für ein Hektar gebrauchen. Eine Vorbereitung des Samens durch Einquellen und andere Behandlung, die von einigen empfohlen worden ist, ist selten lohnend und als überflüssig zu bezeichnen. Nur in solchen Fällen, wo die Aussaat verspätet erfolgen muß, wo jeder Tag ein Zeitgewinn ist, kann es zweckmäßig sein, die Samen vierundzwanzig Stunden vor der Aussaat in schwach angewärmtes Wasser zu bringen, um sie quellen zu lassen. Unter allen Umständen muß derartig eingeweichter Samen sofort, nachdem er das Wasser verlassen hat, in den Boden kommen, ehe die Keimung sichtbar geworden ist.

Bei der Führung der Maschine ist auf ein gleichmäßiges Unterbringen des Samens bis zu einer Tiefe von 2 bis 3 cm zu sorgen.

Das Legen der Kerne mit der Hand, früher die allein übliche Methode, kommt jetzt nicht mehr vor, weil es an dazu nötigen Arbeitskräften fehlt, und weil die Maschine die Arbeit besser verrichtet, als die Hand. Bei der Aussaat mit der Maschine hat man, auf einem reinen Acker, den großen Vorteil, daß alle Kerne gleichmäßig tief liegen und gleichmäßig fest von der Erde bedeckt werden, wodurch allein ein gleichmäßiges Aufgehen zu ermöglichen ist, während bei der Handarbeit der eine Arbeiter tiefer als der andere legt, der eine den Boden fester andrückt als der andere, woher es kommt, daß beim Aufgehen der Pflanzen häufig eine Reihe mehrerer Tage früher als die andere erscheint.

4. Die Arbeit während des Wachstums.

Auf dem Rübenacker sollte während der ganzen Vegetationszeit keine andere Pflanze zu sehen sein, als die Zuckerrübe. Die Rübe gedeiht erfahrungsgemäß um so besser, je mehr der Acker in seinen oberen Schichten gelockert ist, je mehr die Luft an die Wurzeln herantreten kann. Dies zu erreichen, dient das Hacken. Die Hackmaschine muß auf das Feld, sobald die Pflänzchen eben wahrnehmbar werden, sobald sie dem Führer der Maschine durch ihre grüne Farbe ihr Dasein verraten und ihm dadurch den Weg zeigen, welchen er beim Gange der Maschine inne zu halten hat.

Sobald zwischen den Keimblättern sich die ersten drei oder vier eigentlichen Blätter zeigen, sind durch das sogenannte Verziehen alle überflüssigen Pflanzen zu entfernen.

Das Verziehen ist eine Arbeit, auf welche alle Sorgfalt verwendet werden muß, bei der die genaueste Aufsicht über die damit beauftragten Kinder ausgeübt werden sollte, weil sie, geschickt ausgeführt, auf den Ernteertrag erheblich begünstigend wirken, bei ungeschickter Ausführung denselben aber sehr gefährden kann. Es kommt dabei vorzüglich darauf an, eine Auswahl unter den einzelnen Pflanzen-Individuen zu treffen und die zu entfernenden auf eine solche Weise zu beseitigen, daß die stehen bleibenden nicht durch grobe Behandlung geschädigt werden.

Bei der Aussaat mit der Drillmaschine stehen die einzelnen Pflanzen in Reihen nebeneinander und müssen auf die Entfernung von 25, 30 bis 40 cm gebracht werden. In Bezug auf diese Abstände gilt dasselbe, was oben vom Drillen gesagt ist. Bei der Vereinzelung der Pflanzen verfährt man am besten so, daß man mit der Hackmaschine, deren Hacken entsprechend gestellt sind, quer über das Feld fährt, um zunächst den größten Teil der überzähligen Pflanzen zu entfernen. Es kann dies aber nur als Vorarbeit betrachtet werden, das eigentliche Verziehen muß immer mit der Hand geschehen. Dabei lasse man die Arbeiter ihr Hauptaugenmerk stets auf die Entwickelung der einzelnen Pflanze richten. Steht eine recht kräftige Pflanze in einem Abstande von 25 cm von der anderen, so schone man lieber diese und entferne die auf dem beabsichtigten Abstande von 30 cm stehende schwächliche Pflanze. Ein etwas mehr oder weniger weiter Stand in der Reihe hat weniger Einfluß auf die spätere Entwickelung der Rüben, als die in ihrer ersten Jugend sich schon deutlich aussprechende Individualität.

Unmittelbar nach dem Verziehen ist ein zweites Hacken vorzunehmen und dieses wird so oft wiederholt, wie nur thunlich, bis die Blätter der Rüben so weit zusammengewachsen sind, daß dadurch die weitere Bearbeitung ausgeschlossen ist. Zum mindesten sollte man dreimal, in Zwischenräumen von 14 Tagen hacken, kann man aber vier- oder fünfmal hacken, so ist es um so viel besser. Es ist nicht mit Unrecht gesagt, der Zucker werde in die Rüben hineingehackt.

Bei dem Behacken ist die Handarbeit nie ganz auszuschließen. Wenn auch die Maschine innerhalb der Reihen vorzügliche Arbeit

leistet, so kann sie doch nicht zwischen die Reihen kommen. Hier muß die Handhacke eintreten, denn es muß der Raum zwischen den einzelnen Rüben ebenso rein gehalten und ebenso sehr gelockert werden, wie der in den Reihen, es sollte nach Schluß der Arbeit kein noch so kleines Fleckchen auf dem Acker vorhanden sein, welches nicht regelmäßig mit der Hacke bearbeitet worden ist.

5. Ernte und Aufbewahrung.

Bei günstig verlaufender Vegetation ist um Mitte September der größere Teil der Blätter der Rübe abgestorben, hängt trocken und welk an der Pflanze herab, nur der jüngste Trieb lebt noch und bildet eine Krone von schön grüner Farbe. In diesem Zeitpunkt pflegen die Fabriken die Arbeit zu beginnen, das Material für dieselbe muß herangeschafft werden. Man gehe aber in diesem Zeitpunkte mit der Ernte nicht zu hastig vor, sondern schaffe nur so viel, wie für den täglichen Bedarf nötig ist, da namentlich bei trockener warmer Witterung jeder Tag, den die Rübe länger im Boden verweilt, Gewinn bringt, sowohl im Ertrage, wie in der Güte. Die Haupternte verzögere man, wenn sich nicht ungewöhnlich frühe Fröste einstellen, bis in die ersten Wochen des Oktober. Länger damit zu warten ist nicht rätlich, weil sonst die Arbeit durch eintretendes schlechtes Wetter allzu lästig wird, und weil sonst leicht ein andauernder Frost die Rüben noch im Boden finden könnte.

Bei der Ernte sind die Blätter zu entfernen. Dieselben werden mit dem oberen Teile des Kopfes mittelst eines Hackmessers abgetrennt, wobei eine Verletzung des Fleisches der Rübe thunlichst zu vermeiden ist.

Die geernteten Rüben müssen bis zum Augenblicke des Verbrauchs unter Verhältnissen, durch welche jeder nachteiligen Veränderung möglichst vorgebeugt wird, aufbewahrt werden. Man glaubt vielfach, man habe dabei seine Aufmerksamkeit nur auf eine Bewahrung der Rüben vor dem Froste zu richten. Dies ist jedoch grundfalsch.

Die Rübe ist bis zu dem Augenblicke, wo sie in der Fabrik zerstört wird, ein lebender Organismus, in welchem beständig durch Atmung bedingte chemische Umsetzungen vor sich gehen. Bei diesen Umsetzungen wird Wärme frei. Wie die meisten chemischen Prozesse durch Wärme begünstigt, durch niedere Temperatur herabgedrückt

werden, so auch hier. Je mehr die Wärme sich ansammeln kann, um so lebhafter wird die in den Rüben eintretende Zersetzung werden; diese lebhafter werdende Zersetzung erzeugt immer neue Wärme, schließlich kann eine sehr wahrnehmbare Temperatursteigerung eintreten. Da diese chemischen Prozesse einen Verlust an Rübensubstanz, und vor allem an Zucker, herbeiführen, so liegt es im eigensten Interesse der Produzenten, sie auf das möglichst geringe Maß zu beschränken.

Die Ansammlung der Wärme wird in um soviel höherem Grade erfolgen, je mehr Wärme lieferndes Material in einem engen Raume beisammen ist und je weniger Gelegenheit zur Ableitung der Wärme gegeben ist. Dieses würde vorzugsweise eintreten, wenn man die Rüben in großen, sich der Würfelgestalt nähernden Haufen, die mit schlechten Wärmeleitern umgeben sind, bewahren wollte.

Andererseits ist aber auch Rücksicht darauf zu nehmen, daß die Rüben unter der Einwirkung des Frostes leiden und namentlich, wenn sie gefroren gewesen sind, leicht dem Verderben ausgesetzt sind. Eine gefrorene Rübe macht bei der Verarbeitung gewisse Schwierigkeiten, ohne daß deshalb ihre Beschaffenheit gelitten zu haben braucht. Werden dagegen gefroren gewesene und rasch aufgetaute Rüben einige Zeit der Luft ausgesetzt, so gehen sie in Fäulnis über und liefern dann schlechte Säfte. Die Gefahr liegt hier in der Art des Auftauens. Erfolgt dieses rasch, so wird damit die Rübe zum Absterben gebracht und zur Fäulnis veranlaßt; geht aber das Auftauen recht langsam und allmählich vor sich, so kann die Rübe ganz unbeschädigt bleiben. Daher kommt es dann auch, daß mitunter Rüben, welche man im Winter nicht vor dem Froste hat schützen können, vollständig unversehrt bleiben, während andere in eine schwarze faulige Masse verwandelt werden.

Man hat daher die Rübe bei der Aufbewahrung sowohl vor der Ansammlung von Wärme, wie auch vor der Einwirkung der Kälte zu bewahren und würde seinen Zweck am besten erreichen, wenn man sie im Winter auf einer gleichmäßigen Temperatur von etwa 2—3 Grad erhalten könnte.

Zu diesem Behufe packt man die Rüben, unmittelbar so wie sie bei der Ernte aus der Erde kommen, ohne daß ihnen Zeit zum Abwelken gelassen wird, möglichst dicht in Haufen von geringer Breite und recht großer Länge zusammen. Die Längs- und Querseiten des

Haufens läßt man nach oben schräg verlaufen, sodaß die obere Schicht gewissermaßen ein Dach für die unteren bildet. Unmittelbar nach dem Einpacken bewirft man den ganzen Haufen mit Erde, um die Luft auszuschließen und einen Schutz vor den plötzlichen Temperaturschwankungen zu geben. Die Stärke dieses anfänglichen Erdmantels läßt man von dem Zustande der Witterung abhängig sein. Hat man bei der Ernte noch warmes Wetter und glaubt man anhaltende milde Witterung erwarten zu können, so macht man die Erdschicht nicht stärker als etwa 30 cm, um den Rüben im Inneren der Miete noch Gelegenheit zu geben, allmählich auf eine niedere Temperatur zu kommen. Auch läßt man anfangs die oberste Kante der Haufen unbedeckt oder setzt in gewissen Abständen Strohbündel ein, um das Ausdünsten der Rüben zu erleichtern. Beim Sinken der Luftwärme verstärkt man den Erdmantel auf eine Dicke von etwa 1 m. Herrscht dagegen schon bei der Ernte eine niedere Temperatur und vermutet man einen zeitigen Eintritt des Frostes, dann thut man wohl, gleich beim Einmieten den Erdmantel in seiner ganzen Stärke herzustellen. Nach Fertigstellung der Miete wird der Erdmantel an seiner Oberfläche möglichst dicht geschlagen, und es ist im Laufe des Winters die Erhaltung der Dichtigkeit desselben sorgfältig zu überwachen. Überall, wo ein Spalt sich zeigt, ist nachzubessern, da durch die geringste Öffnung die kalte Luft eindringt, die das Frieren des ganzen Haufens herbeiführen kann.

Durch die schmale, langgestreckte Gestalt der Miete wird dem Ansammeln der Wärme in derselben möglichst vorgebeugt, da hier, im Vergleiche zu der Rübenmasse, eine große Wärme ableitende Fläche vorhanden ist. Anderseits wird der Erdmantel von angegebener Stärke als ein genügender Schutz gegen das Frieren, da erfahrungsgemäß, wenn nicht ganz ungewöhnlich harte Winter, mit lang andauernden sehr niederen Temperaturgraden, eintreten, der Frost im mittleren Deutschland in den Boden kaum bis zur Tiefe von 1 m eindringt.

Trotz aller Sorgfalt bei der Aufbewahrung ist einer Veränderung der Rüben nicht vorzubeugen. Durch die in ihnen verlaufenden chemischen Prozesse, durch die Atmung, wird ein Teil ihrer Substanz zerstört, und es trifft diese Zerstörung gerade den wertvollsten Teil derselben, den Zucker. Mietet man z. B. die Rüben mit einem Zuckergehalte von 13 Proz. im Herbste ein, so werden sie im Frühjahre

kaum mehr als 11 Proz. enthalten. Um diesen, bei längerer Aufbewahrung nicht zu vermeidenden Verlusten thunlichst vorzubeugen, betreibt man gegenwärtig die Arbeit so rasch, wie es irgendwie durchführbar ist, und strebt dahin, schon während der kälteren Jahreszeit den Rübenvorrat aufgearbeitet zu haben, da mit dem Eintritte wärmerer Witterung die Zersetzungen mit der Temperaturzunahme sich steigern. Während die Zuckerfabriken in früheren Jahren bis in den März, ja bis in den April hinein, arbeiteten, ist gegenwärtig der Rübenvorrat in den meisten Fabriken anfangs Januar, häufig sogar schon gegen Weihnachten in Zucker verwandelt.

Bei dieser kurzen Verarbeitungszeit lohnt sich in der Regel die oben beschriebene, sehr umständliche und kostspielige Einmietung der Rüben nicht. Auf Fabriken, welche gezwungen sind, ihre Rüben selbst aufzubewahren, werden dieselben häufig nur in große, viereckige, flache Haufen gebracht. Dieselben werden an den Rändern glatt gemacht und mit Erde dick beworfen. Die Oberfläche dieser Haufen läßt man offen, bis Frost zu drohen beginnt, und deckt dann rasch 25 bis 30 cm hoch mit Stroh zu. Solche Haufen halten sich, wenn nicht ganz ungewöhnliche Fröste eintreten, wie sie in den letzten drei Monaten des Jahres in unserem Klima sehr selten sind, sehr gut; nur muß man durch sorgfältiges Bewerfen am Rande das Eindringen des Windes verhindern und darf die Rüben nicht mehr als etwa 1 m hoch aufwerfen, damit dieselben sich rasch abkühlen und sich nicht von selbst wieder erwärmen.

6. Die Rübenblätter.

Den Blättern der Rübe wird in der Regel sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Sie bleiben meist auf dem Acker liegen, um später untergepflügt zu werden, oder sie werden, oft auf sehr unrichtige Weise, verfüttert. Den Blättern wird von vielen Landwirten sehr wenig Nahrungswert zugeschrieben, manche halten sie sogar für schädlich für das Vieh. Von geringem Nährwerte sind die gelben, abgestorbenen Blätter, welche bei der Ernte in halbvertrocknetem Zustande an der Rübe herabhängen. Die lasse man unbedenklich auf dem Felde, sie kommen durch ihre Bestandteile dem Boden so am besten wieder zu gute. Die noch im Safte stehenden grünen Blätter haben dagegen sehr hohen Nährwert. Man

sollte sie nie verloren gehen lassen, sondern sie sorgsam sammeln; manches Fuder vortrefflichen Futters geht in ihnen verloren. Nachteilige Wirkung haben sie, ihres hohen Oxalsäuregehaltes wegen, nur dann auf die Tiere, wenn sie in zu großen Gaben gereicht werden; sie sind ihnen, gemischt mit anderen Futterstoffen, in hohem Grade zuträglich. Giebt man, wie es in einigen Wirtschaften üblich ist, den Arbeitstieren während der Rübenernte nichts als Rübenblätter und sieht man dann Durchfälle eintreten und die Tiere herabkommen, so darf man daraus nicht auf die Schädlichkeit des Futters, sondern nur auf seine verkehrte Verwendung schließen.

Ein durchaus bewährtes Verfahren zur Verwendung der Blätter besteht darin, daß man sie im frischen Zustande für sich oder mit ausgelaugten Rübenschnitzeln gemischt in Gruben möglichst fest einstampft, dann mit Erde bedeckt und sie so verwahrt. Nach kurzer Zeit tritt eine Gärung ein, nach deren Verlauf die Blätter durch und durch weich werden und einen eigentümlichen, für die meisten Menschen allerdings nicht angenehmen Geruch zeigen, der aber den Tieren nicht zuwider ist. In den so gesäuerten Blättern kann man sich einen Futtervorrat schaffen, der bis zum Sommer durchaus haltbar ist und von Ochsen, namentlich aber von Schafen, gern gefressen wird. Beim Anbrechen einer Grube ist zu beachten, daß sie jedesmal, nachdem die Tagesration herausgenommen ist, gut verschlossen werde, weil die Masse, wenn sie der Luft ausgesetzt wird, sehr dem Schimmeln unterliegt. Sollten sich an der Oberfläche Schimmelvegetationen zeigen, so hat man diese mit dem Messer oder dem Spaten zu entfernen.

Zur Unschädlichmachung der Oxalsäure empfiehlt Al. Müller, die Blätter unter Zusatz von $^1/_2$ bis 1 Proz. kohlensauren Kalkes (Kreide) einzusäuern, ein Vorschlag, dessen Zweckmäßigkeit durch Zuntz bestätigt wird.

Wenn es wirtschaftlich unrichtig ist, bei der Ernte den Blättern zu wenig Beachtung zu schenken, so ist es doppelt unrichtig, wenn man, wie es von einzelnen wohl geschieht, während des Wachstumes ein Abblatten vornimmt. Die Blätter sind die Zucker erzeugenden Organe der Pflanze; nimmt man diese fort, so verringert man die Möglichkeit einer reichlichen Zuckerernte, verzichtet also auf seinen Hauptzweck, um eine gewisse Menge Futter zu gewinnen. Das Abblatten hat noch einen weiteren Übelstand. Die Natur strebt immer darnach, für Ver-

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

lorenes Ersatz zu schaffen, und so wird in den meisten Fällen an Stelle der hinweggenommenen Blätter der stehengebliebene Rest eine um so üppigere Vegetation beginnen, die aber nur auf Kosten des in der Rübe vorhandenen Stoffes verläuft. Der Zucker, welcher schon in der Rübe aufgespeichert war, wird in diesem Falle verwandt werden, um neue Blattmasse zu erzeugen. Es wird daher durch das Abblatten nicht allein der Vermehrung des vorhandenen Zuckers entgegen gewirkt, sondern der bereits fertige Vorrat wird verringert.

Drittes Kapitel.

Die Bestandteile der Rübe.

1. Die geformten Bestandteile.

Jede einzelne Rübe wird, wie jeder andere Pflanzenteil, durch die Aneinanderlagerung zahlloser Zellen von verschiedener Form und verschiedener Bedeutung gebildet. Für unsere Zwecke genügt es zu wissen, daß wir es mit drei wesentlich verschiedenen Zellarten zu thun haben. Den Gefäßbündeln, welche wieder aus verschiedenartigen und umgewandelten Zellen bestehen, deren Aufgabe es ist, der Ernährung der Pflanze zu dienen, von den Wurzeln aus die aufgenommene Bodenflüssigkeit den Blättern zuzuführen, von den Blättern den Saft zum unterirdischen Teile zu leiten, das Wachstum der Rübe zu vermitteln. Als zweite Zellart ist das Parenchym zu unterscheiden. Es macht den bei weitem größten Teil der Rübe aus und besteht aus unregelmäßig gestalteten Zellen, deren Aufgabe es ist, während des Wachstums die im Überschusse produzierte Nahrung der Pflanze aufzuspeichern, um sie für das zweite Jahr als Vorrat zu verwahren. Die dritte Art sind die Oberhautzellen. Sie bilden die den ganzen Körper der Rübe umkleidende Schale und dienen, vermöge ihrer verhältnismäßig großen Festigkeit und Undurchdringlichkeit, den von ihnen umhüllten Teilen als Schutz gegen äußere Einflüsse; in denselben ist bei manchen Spielarten ein roter Farbstoff enthalten, unter der Einwirkung des Lichtes entsteht in den äußeren Zellschichten, z. B. an den aus der Erde herausgewachsenen Köpfen, ein grüner Farbstoff, Chlorophyll.

Für die Fabrikation ist das Parenchym von der größten Wichtigkeit. Die in demselben aufgespeicherte Nahrung der Pflanze besteht zum überwiegenden Teile aus Zucker, und dieses Zuckergehaltes wegen ist ja die Rübe gebaut. Die zuckerführenden Zellen bilden mikroskopisch kleine, unregelmäßig gestaltete, schlauchförmige, allseits geschlossene Behälter. Sie sind von außen von einer festen, aber in hohem Grade elastischen, mit Wasser durchtränkten Hülle, der Zellmembran, umgeben. An diese legt sich im Inneren der Zelle eine dünne Schicht einer schleimigen, dicklichen, halbflüssigen, etwas körnigen Masse, das Protoplasma. Der Innenraum endlich ist von einer wässerigen, den Zucker enthaltenden Flüssigkeit, dem Zellsafte, erfüllt. Der zuckrige Zellsaft ist daher durch das, für ihn undurchdringliche, Protoplasma von der Zellmembran getrennt.

In der Rübe liegen die einzelnen Parenchymzellen dicht aneinander. Vermöge ihrer unregelmäßigen Gestalt findet eine sehr vielseitige, aber nicht allseitige Berührung der äußeren Membranen statt; an einzelnen Stellen bleiben Lücken, die mit Luft erfüllte kleine Räume darstellen. Diese Lufträume sind meist mikroskopisch klein, häufig weichen aber die Zellen an manchen Stellen so weit auseinander, um die Lücken mit bloßem Auge erkennen zu lassen. Die Zahl und Größe der Lufträume ist bestimmend für die Dichte oder das spezifische Gewicht der Rüben. Überall, wo die Membranen sich berühren, findet ein inniger Zusammenhang zwischen den einzelnen Zellen statt, sie liegen nicht frei nebeneinander, sondern sind an allen Berührungsstellen durch eine besondere Masse, die Intercellularsubstanz, untereinander verkittet.

2. Mark und Saft.

Zerreißt man das Zellgewebe der Rübe mittels einer scharfen Reibe und behandelt man den so entstandenen Brei mit Wasser, so kann man ihn in einen in Wasser löslichen und einen in Wasser unlöslichen Teil zerlegen. Der letztere besteht aus den Zellmembranen mit mehr oder weniger Protoplasma, der Intercellularsubstanz, Bruchstücken der Gefäßbündel und den Oberhautzellen. Man bezeichnet diesen Teil als das Mark, den in Wasser löslichen als den Saft der Rübe.

Während die Zellmembranen in Wasser vollständig unlöslich sind, ist die Intercellularsubstanz nur bedingungsweise unlöslich. Sie hat

die Eigenschaft, in Flüssigkeiten, welche alkalisch reagieren, wie die Zuckersäfte im Laufe der Fabrikation, zunächst zu einiger schleimigen Masse aufzuquellen und endlich sich zu einer dicklichen Flüssigkeit zu lösen. Sie besteht in der Hauptsache aus einer besonderen Modifikation der Arabinsäure, des Hauptbestandteiles des arabischen Gummis, und wird durch Einwirkung von alkalischen Flüssigkeiten in dieselbe Form der Arabinsäure übergeführt, welche im arabischen Gummi auftritt. Durch ihre schleimige Beschaffenheit beeinträchtigt die gelöste Arabinsäure im Laufe der Fabrikation die Kristallisation des Zuckers in hohem Maße, man hat daher Sorge zu tragen, das Mark mit der daran im unlöslichen Zustande haftenden Intercellularsubstanz vollständig zu entfernen, ehe dem Safte alkalische Beschaffenheit gegeben wird.

Trotz der großen Festigkeit und der Härte des Fleisches der Rübe, ist doch die Menge der festen Bestandteile, des Marks, eine verhältnismäßig sehr geringe. Sie beträgt nur ausnahmsweise im trockenen Zustande mehr als 5 Proz., im geringsten Falle etwa 3 Proz. vom Gewichte der Rübe, im Durchschnitte kann man annehmen, daß die Rübe etwa 4 Proz. trocknes Mark enthalte.

Hieraus darf aber nicht gefolgert werden, wie es vielfach geschieht, daß der Rest aus Saft bestehe, daß die Rübe also durchschnittlich etwa 96 Proz. Saft enthalte. Diese Annahme ist aus diesem Grunde falsch, weil die Rübe nicht aus Saft und trocknem Marke, sondern aus Saft und aus mit wässriger Flüssigkeit durchtränktem Marke, besteht. Diese wässrige Flüssigkeit ist von dem Zellsafte gänzlich verschieden. Ihre Menge kann dem Gewichte des trockenen Markes gleichkommen, ja dasselbe übersteigen.

Die Kenntnis dieser Thatsache, welche wir Scheibler verdanken, ist für die Bestimmung des Zuckergehaltes der Rüben von großer Bedeutung geworden. In früheren Jahren wurde zu diesem Zwecke der Rübenbrei, welchen man mit einem Reibeisen oder einer Fleischhackmaschine erhielt, ausgepreßt und in dem so erzeugten Safte der Zucker bestimmt. Man nahm nun an, daß die Rübe 5 Proz. Mark, also 95 Proz. Saft enthalte und berechnete so den Gehalt der Rübe an Zucker. Bei einem Zuckergehalte des Saftes von 15,7 Proz. erhielt man also als Zuckergehalt der Rübe $\frac{95}{100} \times 15{,}7 = 14{,}915$ Proz. Scheibler zeigte nun, daß alle die so erhaltenen Zahlen viel zu hoch waren, indem er

mittelst der von ihm erdachten Methode der Extraktion des Zuckers mit Alkohol den Zuckergehalt der Rüben direkt bestimmte. Jetzt ist schon seit einer langen Reihe von Jahren der alte Modus allgemein verlassen; sowohl für die Zwecke der Betriebs-Kontrolle als auch bei der Bezahlung der Rüben nach ihrem Zuckergehalte benutzt man nur noch die Methoden zur direkten Bestimmung des Zuckers in der Rübe, nämlich Scheiblers Extraktionsverfahren oder die bequemere Methode der Digestion mit Wasser oder Alkohol.

3. Wasser- und Trockensubstanz-Gehalt des Saftes.

Der ganz überwiegende Teil des in den Zellen enthaltenen Saftes, so wie man ihn erhält, wenn man den mittels Reiben dargestellten Brei in einem Tuche in einer kräftigen Presse ausdrückt, besteht aus Wasser. Es kommen wenig Rüben vor, die nicht mindestens 80 Proz. Wasser in ihrem Safte enthalten, sodaß höchstens 20 Proz. gelöste Bestandteile im Safte vorhanden sind; weit häufiger ist aber die Menge dieser letzteren, die Trockensustanz des Saftes, geringer.

Die Menge der Trockensubstanz des Saftes giebt einen Anhalt zur Beurteilung der Güte desselben, indem der Saft im großen und ganzen um so zuckerreicher ist, jemehr Trockensubstanz derselbe enthält. Bei allen Saftuntersuchungen beginnt man daher mit der Feststellung des Gehaltes an Trockensubstanz. Diese wird, bei absolut genauen Untersuchungen, durch Eindampfen einer gewogenen Saftmenge und Wägung des dabei verbleibenden Rückstandes ermittelt. Da aber diese Bestimmungsmethode viel Zeit in Anspruch nimmt und nur bei Anwendung besonderer Sorgfalt genaue Resultate liefert, so begnügt man sich in den vielen Fällen mit einer aräometrischen Bestimmung mittelst der Brixschen oder Ballingschen Spindel, oder des Saccharometers. Diese Spindeln sind lange hohle Glaskörper, oben mit einem röhrenförmigen Ansatze versehen, in ihrem unteren Teile mit Quecksilber so weit beschwert, daß sie in wässrigen Flüssigkeiten gerade schwimmen und in reinem Wasser bis nahe an das obere Ende des röhrenförmigen Ansatzes einsinken. Den Punkt, bis zu welchem sie in reinem Wasser einsinken, bezeichnet man auf der Röhre. Indem man sie nun in einer Zuckerlösung von bekanntem Gehalte, z. B. von 10 Proz., schwimmen läßt, werden sie, da die Zuckerlösung entsprechend dichter als das Wasser

ist, in dieser weniger tief einsinken. Man bezeichnet diesen Punkt wieder auf dem Instrumente. Läßt man es darauf in einer Zuckerlösung von 20 Proz. schwimmen, so sinkt die Spindel noch weniger tief ein und man markiert hier einen dritten Punkt. Teilt man nun den Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Punkte und den Abstand zwischen dem zweiten und dritten Punkte jeden in zehn gleich lange Teile, und bezeichnet man den obersten als den Nullpunkt, den untersten mit 20, so hat man auf dem Instrumente eine Skala, welche angiebt, wie tief es in Zuckerlösungen von 0 bis 20 Proz. einsinkt. In Zuckerlösungen unbekannter Konzentration kann man daher mit diesem Instrumente den Gehalt an Zucker bestimmen.

Da das verschieden tiefe Einsinken der Spindel in Flüssigkeiten von verschieden hohem Zuckergehalte auf der Zunahme der Dichtigkeit mit wachsendem Zuckergehalte beruht, so ist es klar, daß jede andere Substanz, welche in einer Flüssigkeit gelöst ist und deren Dichte vermehrt, ebenfalls auf den Stand der Spindel influieren muß, und daß also die Grade der Skala nur in reinen Zuckerlösungen den richtigen Gehalt an Zucker nachweisen werden. Hat man z. B. eine Lösung, welche 10 Proz. Zucker und 5 Proz. eines anderen Körpers enthält, von denen der letztere die Dichtigkeit der Flüssigkeit in gleichem Grade beeinflußt wie der Zucker, so wird die Spindel bis zum 15. Grade einsinken. Da aber diese Lösung 15 Proz. Trockensubstanz enthält, so zeigen die Grade der Spindel hier zwar nicht den Zuckergehalt, wohl aber den Gehalt an Trockensubstanz an.

Richtige Angaben des Gehaltes an Trockensubstanz wird man mittelst des Saccharometers aber nur dann erhalten, wenn die in der Lösung neben dem Zucker enthaltenen sonstigen Stoffe auf gleiche Weise die Dichte der Lösung beeinflussen, wie der Zucker, oder, was dasselbe ist, wenn ihre Lösungen ein gleiches spezifisches Gewicht haben, wie gleich konzentrierte Zuckerlösungen. Dies letztere trifft in den Rübensäften nicht vollkommen zu. Rübengummi zeigt nach Scheibler in Lösung dasselbe spezifische Gewicht, wie Zucker, sodaß also in einer Lösung aus reinem Zucker und reinem Gummi das Saccharometer den richtigen Trockensubstanzgehalt angiebt; Betaïn aber z. B. ist nach demselben Forscher in Lösung noch nicht halb so schwer als Zucker, sodaß man in einer mit dieser Substanz versetzten Zuckerlösung mit dem Saccharometer eine geringere Trockensubstanz finden muß, als der

Wirklichkeit entspricht. Andere Bestandteile des Rübensaftes mögen das Saccharometer in der entgegengesetzten Richtung beeinflussen, sodaß die Bestimmung der Trockensubstanz mit diesem Instrumente, so bequem dieselbe auch ist, immerhin eine sehr unzuverlässige ist.

Die Abweichungen dieser sogen. *scheinbaren Trockensubstanz* von der durch direktes Verdampfen des Saftes erhaltenen, der *wirklichen Trockensubstanz*, sind oft so bedeutend, daß man entscheidende Schlüsse aus denselben niemals ziehen sollte. Je *unreiner* die Zuckerlösungen sind, desto größer sind natürlich diese Abweichungen, je *reiner*, desto mehr nähert sich die Saccharometer-Anzeige der Wirklichkeit.

4. Der Nichtzucker.

Von der Trockensubstanz des Saftes macht, in allen brauchbaren Zuckerrüben, der *Zucker* den bei weitem größten Teil aus. Außer dem Zucker treten aber immer noch eine Menge von verschiedenen Stoffen auf, deren Natur und Eigenschaften uns zum Teile noch fremd sind. Alle diese Stoffe faßt man in der Bezeichnung *Nichtzucker* zusammen.

Die in der Rübe bisher nachgewiesenen Nichtzuckerstoffe, deren Kenntnis für den Fabrikanten ebenso wichtig ist, als die des Zuckers selber, sind vom Verfasser in einem besonderen Werke ausführlich besprochen worden*), es sollen dieselben deshalb hier nur der Reihe nach aufgezählt und kurz charakterisiert werden.

A. Stickstofffreie, organische Nichtzuckerstoffe der Rüben.

I. **Pflanzensäuren**: Mehr oder weniger starke organische, stickstofffreie Säuren, welche mit Basen zu Salzen verbunden im Rübensafte gelöst auftreten. Die meisten derselben sind zwar nur in *kalkhaltigen Abscheidungen* nachgewiesen, welche während der Fabrikation entstehen, doch kann ihre Existenz in der Rübe nicht zweifelhaft sein, weil eine nachträgliche Bildung derselben aus anderen organischen Stoffen ausgeschlossen ist und alle diese Säuren auch in anderen Pflanzen vorkommen.

*) *Rümpler*, die Nichtzuckerstoffe der Rüben, Braunschweig bei Friedr. Vieweg & Sohn, 1898.

1. Glykolsäure, $CH_2(OH)—CO_2H$, nachgewiesen von v. Lippmann, kristallisiert in konzentrisch vereinigten Nadeln aus ihrer zu einem dicken Syrup eingedampften wässerigen Lösung. Leicht löslich in Wasser, Alkohol und Äther. Das Kalksalz kristallisiert mit $4H_2O$ in schönen Nadeln, die in Alkohol nicht löslich sind. Das Bleisalz ist ebenfalls in Wasser leicht löslich.

2. Glyoxylsäure, $CH(OH)_2—CO_2H$ oder $CHO—CO_2H$, nachgewiesen von v. Lippmann, dicker, zäher, hellgelber, schwer kristallisierender Syrup, leicht löslich in Wasser und Weingeist. Spaltet sich durch Kochen mit Kalk, auch mit Salzsäure, leicht in Glykolsäure und Oxalsäure. Das Kalksalz bildet harte prismatische Kristalle, die in Wasser löslich sind. Bleisalz weißer Niederschlag.

3. Oxalsäure, $CO_2H—CO_2H$, schon 1831 von Pelouze in den Rüben nachgewiesen, kristallisiert mit 2 Mol. Wasser in Prismen, welche über konzentrierter Schwefelsäure unter Wasserverlust trübe werden und bei 100° alles Wasser verlieren; leicht löslich in Wasser und Alkohol, auch ziemlich leicht in Äther. Das Kalksalz ist in Wasser unlöslich, jedoch löslich in kalkhaltiger Zuckerlösung. Das Bleisalz bildet ein unlösliches Pulver.

4. Malonsäure, $CH_2\begin{matrix}CO_2H\\CO_2H\end{matrix}$, 1881 von v. Lippmann entdeckt, kristallisiert meist in dachziegelartig übereinander gelagereen Blättchen. zuweilen in großen, blätterigen Tafeln. Leicht löslich in Wasser, Alkohol und Äther. Das neutrale Kalksalz entsteht als gallartiger Niederschlag, der in vielem kochenden Wasser löslich ist. Das Bleisalz bildet unlösliche Flocken.

5. Bernsteinsäure, $(CH_2)_2\begin{matrix}CO_2H\\CO_2H\end{matrix}$, von v. Lippmann nachgewiesen, rhombische oder sechsseitige, farblose Blättchen, die schwer in kaltem, leicht in heißem Wasser löslich sind. In Äther schwer, leichter in Alkohol löslich. Das neutrale Kalksalz ist schwer löslich in Wasser, leichter in Säuren; Bleisalz nnlöslicher Niederschlag.

6. Glutarsäure, $CH_2\begin{matrix}CH_2—CO_2H\\CH_2—CO_2H\end{matrix}$, durch v. Lippmann nachgewiesen, kristallisiert aus ihrer wässerigen Lösung in vielseitigen, breiten Prismen oder dreieckigen Tafeln, aus Äther in dendritisch zusammengelegten Blättchen. Sehr leicht löslich in Wasser, Alkohol und Äther.

Charakteristisch ist das Zinksalz. Das Kalksalz ist sehr leicht löslich in kaltem, schwerer in heißem Wasser.

7. Adipinsäure, $(CH_2)_4 \begin{matrix} CO_2H \\ CO_2H \end{matrix}$, von v. Lippmann aufgefunden, krystallisiert schwierig in glasglänzenden spröden Blättern oder Prismen, sublimiert vorsichtig erhitzt in federartigen Krystallen. Sehr leicht löslich in Äther, Alkohol oder heißem Wasser. Kalksalz schwer löslich in kaltem und heißem Wasser. Bleinitrat fällt adipinsaures Ammonium nicht.

8. Äpfelsäure, $\begin{matrix} CH_2 - CO_2H \\ | \\ CH(OH) - CO_2H \end{matrix}$; das Vorkommen der Äpfelsäure in der Rübe wurde schon vor vielen Jahren von Dubrunfaut, Braconnot, Payen und Buchner behauptet, aber erst 1891 durch v. Lippmann exakt nachgewiesen. Krystallisiert aus ihrer zum Syrup eingedampften Lösung langsam in glänzenden, zerfließlichen Nadeln oder in blumenkohlähnlichen Krystallmassen. In Alkohol leicht, in Äther nur wenig löslich. Dreht in verdünnter Lösung die Polarisationsebene nach links. Mit Kalkwasser giebt eine verdünnte Lösung derselben weder in der Kälte noch in der Wärme einen Niederschlag. Die Bleisalze sind in Bleiessig etwas löslich, was für die Untersuchung der Rüben durch Polarisation von Wichtigkeit ist. Alkohol fällt dieselben vollkommen aus diesen Lösungen aus.

9. Weinsäure, $C_2H_2(OH)_2 \begin{matrix} CO_2H \\ CO_2H \end{matrix}$, durch v. Lippmann entdeckt, krystallisiert ohne Krystallwasser in großen durchsichtigen Säulen, die in Wasser leicht, in Alkohol schwerer und in Aether sehr wenig löslich sind. Die in den Rüben vorkommende Weinsäure dreht die Polarisationsebene nach rechts. Charakteristisch ist das saure Kaliumsalz derselben. Das neutrale Kalksalz ist in Wasser schwer löslich. Durch Bleiessig wird die Weinsäure als unlösliches Bleisalz ausgefällt; der Niederschlag ist in einem großen Überschusse des Fällungsmittels etwas, aber nur äußerst wenig löslich.

10. Tricarballylsäure, $C_3H_5 \begin{matrix} CO_2H \\ CO_2H \\ CO_2H \end{matrix}$, wurde durch v. Lippmann und später auch durch Weyr aus kalkhaltigen Niederschlägen isoliert, jedoch im Rübensafte selbst nicht gefunden. Sie krystallisiert

in gruppenweise vereinigten rhombischen Prismen oder in Nadelbüscheln. In Wasser und Alkohol reichlich, in Äther schwerer löslich. Das neutrale Kalksalz und das Bleisalz bilden pulverige, unlösliche Niederschläge.

11. Aconitsäure, $\begin{array}{l} CH - CO_2H \\ \| \\ C - - CO_2H \\ | \\ CH_2 - CO_2H \end{array}$, kommt regelmäßig im Safte des Zuckerrohres vor, seltener in dem der Rübe; sie wurde durch v. Lippmann aus Ansätzen der Verdampfapparate isoliert. Das neutrale Kalksalz entsteht in der Kälte als amorphe, wasserlösliche Masse. Beim Kochen scheidet es sich in schwer löslichen Krystallen aus. Bleisalz amorph, unlöslich.

12. Citronensäure, $\begin{array}{l} CH_2 - - CO_2H \\ | \\ C(OH) - CO_2H \\ | \\ CH_2 - - CO_2H \end{array}$, schon 1851 durch Michaëlis und 1861 nochmals durch C. Schrader nachgewiesen. Leicht in Wasser und Alkohol, schwer in Äther löslich. Krystallisiert mit 1 Mol. Wasser beim Verdunsten ihrer Lösung über Schwefelsäure oder aus nicht zu heißer konzentrierter Lösung. Bei höherer Temperatur (130°) scheidet sie sich wasserfrei aus. Das Kalksalz ist in kaltem Wasser leichter löslich, als in kochendem, wird demnach aus seiner kaltbereiteten Lösung beim Kochen ausgeschieden. Bleisalz amorpher Niederschlag, der bei längerem Erwärmen krystallisiert.

13. Oxycitronensäure, $C_3H_3(OH)_2 \begin{array}{l} \diagup CO_2H \\ - CO_2H \\ \diagdown CO_2H \end{array}$, von v. Lippmann aus Niederschlägen isoliert, gelbliche Masse, in Wasser, Alkohol und Äther in jedem Verhältnisse löslich. Kalksalz gallertartiger, durch Kochen krystallinisch werdender, sehr schwer löslicher Niederschlag. Bleisalz schwer löslicher Niederschlag.

II. Gummiarten: Die gummiartigen Bestandteile der Rüben wurden früher unter der Bezeichnung „Pektinstoffe" zusammengefaßt. Da aber die Substanzen, welche man unter diesem Namen begriff, sehr wenig charakterisiert sind, beschränken wir unsere Besprechung auf die nachstehenden vier Körper:

1. Die Arabinsäure, $C_{12}H_{22}O_{11}$, früher als Bestandteil der Rüben Metapektinsäure genannt, bildet den Hauptbestandteil des arabischen Gummis. Die Identität der beiden genannten Säure wurde von Scheibler nachgewiesen. Farblose, amorphe Masse, welche sich im Wasser zu einem Schleime auflöst. Verhindert die Kryställisationdes Zuckers. Treibt Kohlensäure aus ihren Verbindungen aus. Wird bei Gegenwart von etwas Salzsäure, Salpetersäure oder Kochsalz durch Alkohol aus ihrer Lösung ausgefällt, in reinem Zustande nicht. Die Rübenarabinsäure dreht die Polarisationsebene nach links, doch hat Scheibler auch rechtsdrehende gefunden. Mit Kalkmilch gekocht löst sich die Arabinsäure auf, doch sollen auch basische Kalksalze derselben existieren, die im Wasser unlöslich sind. Durch reinen Bleiessig wird dieselbe nicht ausgefällt, wohl aber bei Gegenwart von Ammoniak, sowie bei Zusatz von Alkohol.

2. Metaarabin, $(C_{12}H_{20}O_{10})_n$, ist nach Scheibler im Rübenmarke enthalten. Beim Kochen mit Kalk oder Alkalien löst es sich auf, indem aus demselben unter Wasseraufnahme Arabinsäure entsteht.

3. Pararabin, $C_{12}H_{22}O_{11}$, von E. Reichardt aus Rüben und Möhren dargestellt, bildet eine weiße zerreibliche Masse, welche mit Wasser zu einer Gallerte aufquillt, die sich leicht in verdünnten Säuren löst und aus der Lösung durch Zusatz von Alkalien oder Alkohol wieder ausfällt. Bildet mit Baryt und Bleioxyd unlösliche Verbindungen.

4. γ Galactan, $C_6H_{10}O_5$, wurde von v. Lippmann aus Scheideschlamm dargestellt, dessen Absüßwasser stark rechtsdrehend war. Giebt keine Gallerte. Löst sich leicht in siedender Kalkmilch, wird aber beim Kochen mit überschüssiger Strontianlösung aus seinen Lösungen niedergeschlagen. Dreht die Polarisationsebene außerordentlich stark nach rechts.

Zwei andere Gummiarten, das Dextran und Laevulan, sind nicht ursprüngliche Bestandteile des Rübensaftes, entstehen aber zuweilen durch Gährung in demselben (Froschlaich). Durch Reinlichkeit und nötigenfalls durch Sterilisierung des Saftes mittelst Karbolsäure oder Formalin wird die Bildung derselben vermieden. Im übrigen verweisen wir betr. derselben auf das oben angeführte Buch.

III. Zuckerarten: Außer dem den wichtigsten Bestandteil der Rübe bildenden Rohrzucker, den wir später für sich besprechen werden, sind im Rübensafte noch zwei Zuckerarten enthalten, die als Nichtzuckerstoffe betrachtet werden müssen, weil sie bei der Fabrikation lediglich als Verunreinigungen wirken, nämlich:

1. Die Raffinose oder Melitriose, $C_{18}H_{32}O_{16} + 5\,H_2O$, von Loiseau 1876 aus den letzten Produkten von der Raffination von Rübenzucker isoliert und in ihren Eigenschaften festgestellt. Sie scheidet sich aus ihrer wässerigen Lösung in feinen, spitzen, glänzenden Nadeln aus. Die Raffinose ist stets nur in sehr geringen Mengen im Safte enthalten, wird jedoch auf keine Weise während des Betriebes aus demselben entfernt, sodaß sie sich erst in den letzten Produkten ansammelt. Sie macht sich dadurch bemerkbar, daß sie die Kryställisation des Rohrzuckers eigentümlich beeinflußt. Es entstehen spitze Formen, wie sie am Melassezucker allgemein bekannt sind. Die Raffinose dreht die Polarisationsebene sehr stark nach rechts, viel stärker als der Rohrzucker. Eine Lösung von $26{,}_{048}$ gr zu 100 cc von Rohrzucker zeigt im 200 mm-Rohre am Soleil-Ventzkeschen Polarimeter 100^0, eine solche von kryställisierter Raffinose $157{,}_{15}{}^0$. Raffinaden, welche Raffinose enthalten, zeigen daher bei der polarimetrischen Untersuchung einen scheinbaren Zuckergehalt von mehr als 100 Proz. Raffinose ist unlöslich in absolutem Alkohol und Äther, löslich in Weingeist und in Methylalkohol.

2. Invertzucker, $C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$, ist ein Gemisch von rechtsdrehendem Traubenzucker (Dextrose oder Glykose) und linksdrehendem Fruchtzucker (Laevulose oder Fruktose) und kommt in allen süßen Früchten vor. In der Rübe ist er stets enthalten. Durch Kochen mit Kalk oder Alkalien wird er zersetzt, wobei eine Reihe von Säuren entsteht, die mit den genannten Basen sich zu Salzen verbinden. Bei gewöhnlicher Temperatur dreht eine Invertzuckerlösung die Polarisationsebene nach links. Beim Kochen einer solchen mit alkalischer Kupferoxydlösung (Fehling'sche oder Ost'sche Lösung) wird letztere unter Ausscheidung von rotem Kupferoxydul reduziert. Diese Reaktion wird gewöhnlich zum Nachweise und zur Bestimmung des Invertzuckers benutzt, wobei jedoch zu beachten ist, daß auch viele andere in der Rübe enthaltenen Stoffe dieselbe Erscheinung zeigen. Invertzucker löst sich leicht in Wasser und Weingeist, schwer in absolute Alkohol und nur zum Teil (Fruktose) in Äther.

IV. Der Rübenfarbstoff ist noch wenig erforscht. Der von Haus aus farblose Rübensaft färbt sich, sobald er mit der Luft in Berührung kommt, rot und dann blau, fast schwarz. In demselben ist ein Stoff enthalten, welchen J. Reinke Rhodogen nennt, und der sich durch Oxydation in einen roten Körper, von Reinke Betarot genannt, verwandelt. Wie sich diese Körper bei der Fabrikation verhalten, ist bis jetzt nicht ausreichend erforscht.

V. Fette und Harze: Die Rüben enthalten verschiedene fettartige Verbindungen, von denen ein phosphorhaltiges Fett am längsten bekannt ist. Dasselbe ist als fettsaure Glycerinphosphorsäure ein Bestandteil des später zu besprechenden Lecithins. Von sonstigen derartigen Substanzen sind bisher aufgefunden:

1. Das Phytosterin, $C_{26}H_{44}O$, ein zu den Cholesterinen gehöriger Alkohol, welchen v. Lippmann aufgefunden hat. Dasselbe ist unlöslich in Wasser, löslich in konzentrierter Essigsäure, leicht löslich in Alkohol, Äther, Chloroform und Petroleumäther. Es kryställisiert in wasserhaltigen Blättchen oder wasserfreien Nadeln und dreht die Polarisationsebene nach links.

2. Die Rübenharzsäure, $C_{22}H_{36}O_2 + H_2O$, in jüngster Zeit von Andrlik und Votecek isoliert, bildet dünne, farblose, seideglänzende Nadeln, die nicht in Wasser, schwer in kaltem Weingeist, leichter in siedendem absolutem Alkohol löslich sind. Dreht die Polarisationsebene nach rechts. Das Kalksalz ist in Wasser fast unlöslich.

VI. Aromatische Stoffe: In manchen Jahrgängen kann man am Rohzucker einen kräftigen Vanillegeruch bemerken; derselbe rührt von demselben Stoff her, der auch der Vanille ihren Geruch erteilt, vom Vanillin, $C_6H_3\begin{cases}OH\\O\,.\,CH_7\\COH\end{cases}$. Vanillin wurde von Scheibler und später auch von v. Lippmann aus wohlriechendem Rohzucker in Substanz dargestellt. Es kryställisiert in schönen Nadeln, welche strahlenförmig gruppiert sind, sich leicht in Alkohol und Äther, schwer in Wasser lösen. Vanillin reduziert Fehling'sche Lösung. Als Mutterstubstanz desselben in der Rübe betrachtet v. Lippmann das Koniferin, das Glykosid des Koniferylalkohols, $C_6H_3\begin{cases}O-C_6H_{11}O_5\\O\,.\,CH_3\\C_3H_4OH\end{cases}$; v. Lippmann stellte dasselbe aus stark verholzten Rüben in atlasglänzenden, nadelförmigen Kryställen dar. Es dreht die Polorisationsebene nach links und reduziert Fehlingsche Lösung nicht.

Ein dritter aromatischer Körper, das Brenzkatechin, $C_6H_4\begin{cases}OH\\OH'\end{cases}$ wurde durch v. Lippmann in vanillinhaltigem Rohzucker aufgefunden. Dasselbe scheidet aus Fehling'scher Kupferlösung Kupferoxydul ab.

B. Die stickstoffhaltigen, organischen Bestandteile der Zuckerrübe.

1. Leucin, $C_4H_9 . CH(NH_2) . CO_2H$, wurde durch v. Lippmann aus dem Safte der bleichen Triebe ausgewachsener Rüben dargestellt. Es kryſtalliſiert aus Waſſer in dünnen, glänzenden Schuppen. Leicht löslich in heißem Waſſer, ſchwer löslich in kaltem Alkohol, unlöslich in Äther. Das von Lippmann aus Melaſſerückſtänden dargeſtellte Leucin drehte die Poloriſationsebene des Lichtes nach rechts.

2. Aſparagin, $C_2H_3(NH_2)\begin{cases}CO.NH_2\\CO_2H\end{cases}$, wurde ſchon 1850 von Dubrunfaut als Beſtandteil des Rübenſaftes angeführt; viel ſpäter wurde es durch v. Lippmann aus bleichen Trieben der Rüben in Kryſtalle dargeſtellt. Es kryſtalliſiert mit 1 Mol. Waſſer in farbloſen, durchſichtigen, harten Prismen; leicht löslich in heißem Waſſer, faſt unlöslich in Alkohol oder Äther. Beim Kochen mit verdünnten Mineralſäuren oder Alkalien ſpaltet ſich die Hälfte des Stickſtoffes als Ammoniak ab und es entſteht Aſparaginſäure, deren Amid das Aſparagin iſt. Die Aſparaginſäure, $C_2H_3(NH_2)\begin{cases}CO_2H\\CO_2H\end{cases}$, kryſtalliſiert aus Waſſer in ſeidenglänzenden Blättchen oder als feines Kryſtallmehl; ſie iſt ſchwer löslich in kaltem, leicht löslich in heißem Waſſer, unlöslich in abſolutem, etwas löslich in wäſſerigem Alkohol. Aſparagin und Aſparaginſäure drehen die Poloriſationsebene des Lichtes in wäſſeriger oder alkaliſcher Löſung nach links, in ſaurer nach rechts.

3. Glutamin, $C_3H_5(NH_2)\begin{cases}CO.NH_2\\CO_2H\end{cases}$, kryſtalliſiert ohne Kryſtallwaſſer in kreideweißen, feinen Nadeln. Löſt ſich ziemlich leicht in Waſſer, nicht aber in abſolutem Alkohol. Seine wäſſerige Löſung wirkt nicht auf das polariſierte Licht, in ſaurer Löſung dreht es ſchwach nach rechts. Es ſpaltet ſich dem Aſparagin analog in Ammoniak und Glutaminſäure. Die Glutaminſäure, $C_3H_5(NH_2)\begin{cases}CO_2H\\CO_2H\end{cases}$, kryſtalliſiert in Blättchen oder Tafeln, zuweilen auch in Tetraëdern. Sie iſt ſchwer löslich in kaltem, leicht löslich in heißem Waſſer, unlöslich in abſolutem Alkohol und Äther, etwas löslich in Weingeiſt. In wäſſeriger und ſaurer Löſung rechts-, in alkaliſcher linksdrehend. Die Glutaminſäure wurde von Scheibler, das Glutamin aber erſt viel ſpäter von E. Schulze und Bosshard aus Rüben iſoliert.

4. Tyrosin, $(C_6H_4 . OH) . C_2H_3(NH_2) . CO_2H$, wurde durch v. Lippmann in bleichen Trieben der Rüben aufgefunden. Schwer in kaltem, leicht in heißem Wasser löslich, fast unlöslich in absolutem Alkohol und Äther. Feine, seideglänzende Nadeln. Das von Lippmann aus Rübenkeimen dargestellte Tyrosin drehte in saurer Lösung rechts. Tyrosin färbt sich wie die Eiweißstoffe beim Kochen mit einer Lösung von Quecksilber in Salpetersäure (Millon's Reagenz) rot.

Leucin, Asparaginsäure, Glutaminsäure und Tyrosin bilden sich beim längeren Kochen von Eiweißstoffen mit Alkalien, also auch bei der üblichen Reinigung der Rübensäfte mit Kalk, da letztere stets Eiweißstoffe enthalten.

5. Eiweißstoffe oder Albuminate: Alle lebenden Pflanzen enthalten Eiweiß zum Teile als Hauptbestandteil des Protoplasmas, zum Teil wahrscheinlich im Zellsafte gelöst. Bei der Saftgewinnung geht es teilweise in den Saft über und erleidet dann, bei der weiteren Verarbeitung desselben, vielfache Zersetzungen. Das im Safte gelöste Eiweiß gerinnt beim Kochen, wenn auch nicht vollständig; durch Zusatz einiger Tropfen Essigsäure ist die Gerinnung eine vollständigere. Durch Alkohol oder Alkohol-Äther können die Eiweißstoffe bis auf die letzte Spur aus den Säften ausgefällt werden; bei längerem Aufenthalte unter diesen Flüssigkeiten verlieren dieselben ihre Löslichkeit in Wasser.

Im Laufe des Fabrikbetriebes werden die Eiweißstoffe zunächst zu Peptonen zersetzt. Diese Körper sind schon früher von E. Schulze in Futterrüben und in neuester Zeit von Rümpler in stark gekeimten Rübenköpfen nachgewiesen worden. Von den Eiweißstoffen unterscheiden sie sich hauptsächlich dadurch, daß sie leicht durch Membranen diffundieren (s. später unter Diffusion), was Eiweiß nicht thut, daß sie beim Kochen nicht gerinnen und beim Aufenthalte unter Alkohol-Äther nicht unlöslich werden. Eiweißstoffe und Peptone drehen die Polarisationsebene des Lichtes nach links.

6. Lecithin, Cholin und Betaïn:

Cholin $\left(C_2H_4 \begin{cases} OH \\ N-(CH_3)_3 \\ | \\ OH \end{cases}\right)$ und Betaïn $\left(CH_2 \begin{cases} CO_2 \\ | \\ N-(CH_3)_3 \end{cases}\right)$ sind

zwei organische Basen, welche vielleicht zum Teil frei, immer aber zum

Teil mit einem phosphorsäurehaltigen Fette zu Lecithin verbunden in vielen Pflanzen auftreten. Das in letzterem enthaltene phosphorsäurehaltige Fett besteht ähnlich allen anderen echten Fetten aus Glycerin und einer fetten Säure, nur daß ein Teil der fetten Säure durch Phosphorsäure vertreten wird. Durch Wasser bei 120°, Säure oder Lauge wird das Lecithin zersetzt in eine der oben genannten Basen einerseits und phosphorsäurehaltiges Fett andererseits; letzteres wird durch Lauge leicht weiter in Phosphorsäure, Glycerin und Seife weiter gespalten.

Lecithin, wachsartig, leicht löslich in Alkohol und Äther; durch v. Lippmann in der Rübe entdeckt.

Cholin, stark alkalischer Syrup, leicht löslich in Alkohol, nicht giftig; durch v. Lippmann in den Rüben aufgefunden.

Betaïn, kryſtallisiert mit 1 Mol. Wasser in großen, glänzenden Kryſtallen, welche sich leicht in Wasser und Alkohol lösen. Von Scheibler zuerst aufgefunden und studiert.

7. Citrazinsäure, $(C_5H_2N)\begin{matrix}CO_2H\\(OH)_2\end{matrix}$, wurde durch v. Lippmann bei der Verarbeitung schlecht konservierter Rüben in Ausscheidungen aus Saturationssaft gefunden. Ob sie fertig gebildet in der Rübe vorkommt, ist zweifelhaft. Sie bildet ein gelbliches kryſtallinisches Pulver, welches in den gewöhnlichen Lösungsmitteln kaum oder gar nicht löslich ist. In Alkalien und Ammoniak löst sie sich leicht; das Kalksalz derselben ist schwer, das Bleisalz unlöslich.

C. Die anorganischen Bestandteile der Rüben:

Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium und Eisen kommen teils mit den eben erwähnten organischen Säuren, teils mit Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Chlor zu Salzen verbunden in der Rübe vor. Die anorganischen Bestandteile bleiben beim Eintrocknen und Verbrennen des Saftes als Asche zurück und es wird die Menge der Asche sehr häufig als gleichbedeutend mit dem Salzgehalte der Rüben betrachtet. Diese Annahme ist durchaus nicht richtig. Beim Verbrennen werden die organischen Säuren, welche, mit den Basen vereint, die Salze bilden, zerstört, es werden die Basen dabei in kohlensaure Salze verwandelt. Da aber die kohlensauren Salze ein weit geringeres Gewicht haben, als die organischen Salze, aus denen sie hervorgegangen sind, so enthalten die Säfte immer weit mehr Salze, als der Aschengehalt ergiebt.

Außer diesen Salzen enthalten die Rüben stets salpetersaure Salze und Ammoniumsalze, die ersteren werden bei der Verbrennung ebenfalls in kohlensaure Salze verwandelt, die letzteren verflüchtigt.

Die Menge der Salze, welche in die Rüben eintritt, ist mehr oder weniger abhängig von dem Salzgehalte des Bodens. Solche Bodenarten, die mit Salz durchtränkt sind, wie z. B. in der Nähe des Meeres, werden Rüben liefern, die ihres hohen Salzgehaltes wegen kaum zu verarbeiten sind. Um der Rübe nicht Gelegenheit zu geben, zu viel Salze aus dem Boden aufzunehmen, vermeidet man die Verwendung der Kaliumsalze zur unmittelbaren Düngung der Rübenfelder (s. S. 36); eigentümlich ist es jedoch, daß mancher, der sich scheuen würde, Kaliumsalze auf den Acker zu bringen, kein Bedenken trägt, Chilisalpeter unmittelbar vor der Aussaat anzuwenden.

Über die Bedeutung der Salze und über den Einfluß, welchen sie auf die Gewinnung des Zuckers ausüben, sind sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. Man hat sie einerseits für die schlimmsten Feinde der Zuckerfabrikation gehalten, und andererseits für ziemlich harmlose Begleiter des Zuckers betrachtet. Von der einen Seite ist behauptet worden, die Salze seien es, welche in erster Linie die Kryſtallisation des Zuckers erschweren und verhindern; von der anderen Seite hat man dieses ausschließlich den nicht kryſtallisierenden Substanzen zugeschrieben. Wahrscheinlich liegt in beiden Anschauungen Wahres. Sicher ist, daß die nicht kryſtallisierenden Bestandteile des Saftes die Kryſtallisation des Zuckers stören, Melasse bildend wirken; sicher ist es aber auch, daß man eine Melasse zum Kryſtallisieren bringen kann, wenn man den größeren Teil der Salze aus der Melasse entfernt. Es werden daher die einzelnen Salze, je nach ihren besonderen Eigenschaften, sich sehr verschieden gegen den Zucker verhalten. Während die einen sein Kryſtallisationsvermögen nicht beeinträchtigen, sondern mit dem Zucker zusammen kryſtallisieren, werden andere Salze ihn in Melasse verwandeln können. Wünschenswert wird es daher immer sein, wenn man darauf hält, ein Material von möglichst geringem Salzgehalte zu verarbeiten.

5. Die Reinheit des Saftes.

Hat man in einer Saftprobe, mittelst der Spindel oder durch Trocknen, den Gehalt an Trockensubstanz und, mittelst des Polarisations-

apparates, den Gehalt an Zucker ermittelt, so ergiebt die Differenz dieser beiden Werte den Gehalt an Nichtzucker. Je geringer der Gehalt an Nichtzucker ist, um so viel vorteilhafter wird es für den Fabrikanten sein, weil der Nichtzucker nicht allein von dem Zucker geschieden werden muß, also Mühe, Arbeit und Kosten verursacht, sondern auch weil der Nichtzucker, je nach seinen Eigenschaften, die Kryſtallisation des Zuckers mehr oder weniger erschwert und so durch Melassebildung Verlust herbeiführt. Es ist daher nicht allein erwünscht, Rüben zu haben, welche reich an Zucker sind, sondern es ist noch mehr erwünscht, solche zu verarbeiten, welche, neben möglichst viel Zucker, möglichst wenig Nichtzucker enthalten.

Je mehr der Zuckergehalt des Saftes sich dem Trockensubstanzgehalte nähert, um so weniger Nichtzucker ist vorhanden, je höher ist die Reinheit des Saftes. Haben z. B. zwei Rübenpartien im Safte beide 13 Proz. Zucker, die eine aber 15 Proz., die andere 16 Proz. Trockensubstanz, so wird der der ersteren wertvoller sein, als der der letzteren. Ein gleicher Gehalt an Nichtzucker wird auf das Resultat des Fabrikbetriebes in sehr verschiedenem Grade einwirken, je nach der Menge von Zucker, die gleichzeitig vorhanden ist. Zwei Rübenpartien mögen z. B. jede im Safte 3 Proz. Nichtzucker enthalten, die eine habe daneben 14 Proz., die andere 12 Proz. Zucker, so ist die erstere ungleich besser als die letztere.

Es ist daher für die Güte des Saftes weder allein die Menge des Zuckers, noch die Menge des Nichtzuckers entscheidend, sondern es ist das Verhältnis, welches zwischen der Trockensubstanz und dem Zuckergehalte des Saftes besteht ebenfalls zu berücksichtigen. Dieses Verhältnis stellt sich in den vier angeführten Beispielen folgendermaßen:

a. $15 : 13 = 100 : x.$
b. $16 : 13 = 100 : x.$
c. $17 : 14 = 100 : x.$
d. $15 : 12 = 100 : x.$

Der Wert für x, der nachweist, wie viel Zucker in 100 Teilen wasserfrei gedachtem Safte enthalten ist, ergiebt sich folgendermaßen für:

a. = 86,7.
b. = 81,4.
c. = 82,4.
d. = 80,0.

Diese letzteren Zahlen, welche also das Verhältnis von Trockensubstanz zum Zucker ausdrücken, bezeichnet man als die Reinheitsgrade, oder Reinheits-, oder Zuckerquotienten des Saftes.

Je nachdem man die Trockensubstanz eines Saftes mit der Brixspindel (scheinbare Trockensubstanz s. S. 54) oder durch wirkliches Trocknen bestimmt, unterscheidet man auch einen scheinbaren und einen wirklichen Reinheitsquotienten. Je reiner ein Saft ist, desto mehr nähern sich diese beiden Werte einander, doch bleibt der scheinbare Quotient, ebenso wie die entsprechende Trockensubstanz, immer eine sehr unsichere Zahl; man kann sogar bei demselben Safte sehr von einander abweichende scheinbare Reinheitsquotienten erhalten, je nachdem man ihn mit Wasser verdünnt oder eindickt. So erklärt sich die zuweilen überraschende Erscheinung, daß ein Saft als Dünnsaft eine um Prozente höhere Reinheit zeigt, als als Dicksaft, obgleich sich aus demselben beim Eindampfen Nichtzuckerstoffe ausgeschieden haben, derselbe also reiner geworden ist. Für ernsthafte Schlüsse, also z. B. für Beurteilung der Güte eines neuen Saftreinigungsverfahrens, ist demnach der scheinbare Reinheitsquotient durchaus ungeeignet. Wegen der Bequemlichkeit seiner Feststellung wird er im Betriebe jedoch immer benutzt werden, z. B. zur Kontrolle der Diffusionsarbeit, doch sollte man sich seine Mängel stets gegenwärtig halten; für die Beurteilung der wirklichen Qualität von Rüben beim Einkaufe, in der Weise, wie es Stammer vorgeschlagen hat (Stammer'sche Wertzahl = Zucker × Reinheitsquotient), für die Beurteilung des erzielten Reinigungseffektes im Dicksafte u. s. w. ist er vollständig wertlos.

6. Eigenschaften des Zuckers.

Der in der Rübe enthaltene Zucker ist, wenn derselbe durch Raffinieren vollständig gereinigt ist, in jeder Beziehung dem aus Zuckerrohr gewonnenen gleich. Er wird deshalb auch, zum Unterschiede von anderen Zuckerarten, als Rohrzucker bezeichnet. Von Laien hört man mitunter noch die Meinung aussprechen, daß Rübenzucker nicht so süß sei wie Rohrzucker, dies ist jedoch durchaus irrig, da zwischen beiden nicht der geringste Unterschied besteht.

Es besteht der Zucker aus den drei Elementen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar sind diese Elemente darin in solchem Verhältnisse verbunden, wie es durch die chemische Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ ausgedrückt wird.

Der Zucker kryſtalliſiert in rhombiſchen Prismen. Je nach den äußeren Umſtänden, unter denen die Kryſtalliſation erfolgt, zeigen die Kryſtalle ein verſchiedenes Ausſehen. Dieſelben erreichen eine bedeutende Größe und treten mit allſeitig wohlausgebildeten Flächen auf, wenn die Löſungen einer langſamen Verdunſtung überlaſſen werden, wie dieſes bei der Kandisfabrikation geſchieht. Erfolgt die Kryſtalliſation in einer raſch verdunſtenden Löſung, oder in einer bewegten Flüſſigkeit, ſo bleiben die einzelnen Kryſtalle kleiner und erſcheinen weniger deutlich ausgebildet, in Geſtalt einzelner, durch glatte Flächen begrenzter Körner, Kryſtallzucker. Läßt man eine ſehr konzentrierte Löſung raſch erkalten und bewegt man die Flüſſigkeit während des Erkaltens durch Umrühren, ſo bleiben die Kryſtalle ebenfalls klein und ohne Zuſammenhang, Rohzucker. Läßt man eine heiße Flüſſigkeit, in welcher ſich ſchon Kryſtalle gebildet haben, langſam in der Ruhe erkalten, ſo ſcheiden ſich, an und auf den ſchon vorhandenen kleinen, noch neue Kryſtalle aus, die mit jenen verwachſen und ſo ein mehr oder weniger feſt zuſammenhängendes Stück von der Form des Kryſtalliſationsgefäßes bilden, Hutzucker, Melis. Die verſchiedenen Geſtalten, unter denen der Zucker ſich im Handel findet, ſind daher auf Manipulationen zurückzuführen, welche während der Kryſtalliſation vorgenommen werden.

In Waſſer iſt der Zucker ungemein leicht löslich. Bringt man 2 Teile Zucker mit 1 Teil kaltem Waſſer zuſammen, ſo bildet ſich eine ſyrupdicke, klare Löſung. Die Löſung erfolgt um ſo raſcher, je feiner verteilt der Zucker iſt und je mehr die Flüſſigkeit bewegt wird. Übergießt man grobe Stücke von Zucker mit Waſſer und läßt ſie ruhig ſtehen, ſo dauert es oft ſehr lange, bis die Löſung erfolgt, weil ſich hier ſchon rings um die Zuckerſtücke eine geſättigte Löſung bildet, die nicht mehr im ſtande iſt, neue Mengen von Zucker aufzunehmen, und die die Berührung des Zuckers mit dem darüber ſtehenden Waſſer verhindert. Durch Umrühren wird die geſättigte Flüſſigkeit mit dem Waſſer gleichförmig gemiſcht, neue Waſſermaſſen treten an den Zucker heran und können dann dieſen löſen.

In heißem Waſſer iſt der Zucker noch weit löslicher als in kaltem. Trägt man in ſiedend heißes Waſſer ſo viel Zucker ein, wie ſich zu löſen vermag, und läßt man die Flüſſigkeit erkalten, ſo ſcheidet ſich Zucker in kryſtalliſierter Form aus, und zwar in Mengen, die der Differenz des Löſungsvermögens zwiſchen heißem und kaltem Waſſer

entsprechen. Dasselbe geschieht, wenn man eine verdünnte Zuckerlösung so weit verdampft, bis die zurückbleibende Flüssigkeit weniger Wasser enthält, als zur Lösung des Zuckers erforderlich ist.

Aus solchen Flüssigkeiten kryſtalliſiert der Zucker um so viel vollständiger, je reiner sie sind; je mehr Nichtzucker darin enthalten ist, um so unvollständiger ist die Kryſtalliſation. Es ist daher Aufgabe der Fabrikation, die Nichtzuckerstoffe, so weit es irgend möglich ist, vor der Kryſtalliſation zu entfernen. Einen höheren Reinheitsgrad des Saftes, oder ein besseres Verhältnis von Zucker und Nichtzucker, schafft man sich häufig dadurch, daß man kryſtalliſierten, also von Nichtzucker zum größeren Teile befreiten Zucker, in dem zur Kryſtalliſation zu bringenden Safte löst.

Die Bestandteile des Nichtzuckers verhalten sich in ihrem Einflusse auf die Kryſtalliſationsfähigkeit des Zuckers sehr verschieden. Von den Salzen geht z. B. Chlornatrium und Chlorkalium eine Verbindung mit Zucker ein, die syrupartig, noch weit löslicher als Zucker ist, die kaum zur Kryſtalliſation zu bringen ist und daher der Ausscheidung des Zuckers hinderlich wird; ähnlich verhalten sich manche organische Salze. Andere Salze, z. B. salpetersaures und schwefelsaures Kalium, kryſtalliſieren aus Zuckerlösungen leicht und behindern die Kryſtalliſationsfähigkeit des Zuckers nicht. Die ärgsten Feinde der Kryſtalliſation des Zuckers sind solche Stoffe, welche selbst nicht kryſtalliſationsfähig sind; diese verwandeln sich beim Konzentrieren der Lösungen in dickliche, kaum bewegliche Flüssigkeiten, schleimartige Massen, deren kleinste Teilchen sich so zwischen die gelösten Zuckermoleküle legen, daß diese sich einander nicht nähern und sich nicht zu festen Kryſtallen vereinigen können. Solche Stoffe sind namentlich Arabinsäure, Galactan, Dextran und sonstige Gummiarten, außerdem wahrscheinlich Eiweißstoffe und Peptone.

In kaltem, wasserfreiem Alkohol ist der Zucker unlöslich, beim Kochen damit löst sich eine geringe Menge, die beim Erkalten sich wieder abscheidet. In wässerigem Alkohol ist der Zucker um so viel leichter löslich, je höher der Wassergehalt. 100 Teile Spiritus von 85 Proz. lösen 3,2 Teile Zucker; schüttelt man einen 50prozentigen Weingeist mit Zucker, so enthält die Lösung 47 Teile Zucker. In einer mit Zucker gesättigten alkoholischen Flüssigkeit löst sich noch, ohne daß Zucker dadurch ausgeschieden wird, viel Nichtzucker. Man

kann daher unreinen Zucker durch Waschen mit einer gesättigten alkoholischen Zuckerflüssigkeit von Nichtzucker befreien. Dieses geschieht bei der Wertbestimmungsmethode des Rohzuckers nach Scheibler's Verfahren.

In Äther ist Zucker unlöslich, alkoholische Zuckerlösungen scheiden auf Zusatz von Äther den Zucker kristallisiert aus. Man benutzt dieses Verhalten, um die Anwesenheit von Rohrzucker in Pflanzen nachzuweisen.

Der Siedepunkt wässeriger Zuckerlösungen ist in offenen Gefäßen, also unter gewöhnlichem Drucke der Atmosphäre, immer höher als der des Wassers und wird um so viel höher, je höher der Zuckergehalt. Bei Anwesenheit von sehr wenig Wasser fällt der Siedepunkt der Lösung nahe mit dem Schmelzpunkte des Zuckers zusammen. Beim Verdampfen von Lösungen, von Rübensäften, wird der Siedepunkt daher in dem Maße zunehmen, wie die Konzentration wächst. Werden solche Lösungen bei Zutritt der Luft längere Zeit erhitzt, so tritt, namentlich bei Gegenwart von Alkalien, leicht Zersetzung ein, der Zucker färbt sich gelb, bei weiter gehender Zersetzung braun und verliert seine Kristallisationsfähigkeit. Um diesem vorzubeugen, verdampft man die Zuckersäfte jetzt nie mehr, wie es früher üblich war, in offenen Pfannen, sondern in geschlossenen Gefäßen, die mit einer Luftpumpe verbunden sind. Indem durch die Thätigkeit der Luftpumpe der Druck der Atmosphäre aufgehoben oder doch sehr verringert wird, wird der Siedepunkt entsprechend erniedrigt, die Verdunstung beschleunigt und der Zersetzung vorgebeugt.

Der Zucker bildet mit Kalk, Baryt, Strontian, Kali, Natron, Kupferoxyd, Bleioxyd Verbindungen, die für die Fabrikation mehr oder weniger von Bedeutung sind. Die Verbindungen mit den drei ersten Basen, welche auch als Calcium-, Baryum- und Strontium-Saccharate bezeichnet werden, haben für die Gewinnung des Zuckers aus der Melasse größere Bedeutung erlangt, weswegen sie hier eingehender zu behandeln sind.

a. Zuckerkalk oder Calcium-Saccharat. Kalk verbindet sich mit dem Zucker in verschiedenen Verhältnissen, zu sogenannten einbasischem Zuckerkalk oder Monocalcium-Saccharat, $C_{12}H_{22}O_{11}.CaO$, welches auf 342 Teile Zucker 56 Teile Kalk enthält, und zu dreibasischem Zuckerkalk oder Tricalcium-Saccharat, $C_{12}H_{22}O_{11}.3CaO$, welches auf 342 Teile Zucker 168 Teile Kalk enthält.

Einbasischer Zuckerkalk oder Monocalcium-Saccharat entsteht immer, wenn kalte wässerige Lösungen von Zucker mit Kalk, Kalkhydrat oder Kalkmilch versetzt werden. Es löst sich dabei der Kalk zu einer stark alkalisch reagierenden Flüssigkeit, welche, wenn ein Überschuß von Kalk angewandt war, nach der Filtration auf 80 Teile Zucker annähernd 20 Teile Kalk enthält. Auf der Bildung dieser Verbindung beruht die Scheidung des Rübensaftes. Es entsteht dabei zuerst eine Lösung von Monocalcium-Saccharat, die sich mit vorhandenen Alkalisalzen umsetzt und dabei Kalksalze, von denen manche unlöslich sind, und Alkali-Saccharat bildet. Das Monocalcium-Saccharat, wie alle Verbindungen des Zuckers mit alkalischen Erden, ist durch Kohlensäure leicht zersetzbar.

Wird eine Zuckerkalklösung, welche ihre Bestandteile in dem angegebenen Verhältnisse enthält, gekocht, so zersetzt sie sich zu Tricalcium-Saccharat und Zucker, ersteres scheidet sich in der Hitze als unlöslicher Niederschlag aus, wird aber beim Erkalten gelöst, indem wieder Monocalcium-Saccharat entsteht. Die Abscheidung von Tricalcium-Saccharat beim Kochen findet nicht statt, wenn die Flüssigkeit bedeutend mehr Zucker enthält, als zur Bildung von Monocalcium-Saccharat erforderlich ist.

Durch sein Verhalten gegen Kalk unterscheidet sich der Rohrzucker von anderen Zuckerarten, Trauben- und Fruchtzucker. Die letzteren lösen, ebenso wie der Rohrzucker, Kalk; die Lösung zersetzt sich aber unter Zerstörung des Zuckers sehr rasch. In Berührung mit der Luft färbt sie sich gelb und braun, nach einiger Zeit schwarz; beim Erwärmen tritt die schwarze Farbe sofort ein.

Dreibasischer Zuckerkalk oder Tricalcium-Saccharat bildet sich unter sehr verschiedenen Bedingungen. Beim Erhitzen von Lösungen von Monocalcium-Saccharat; beim Vermischen von konzentrierten Zuckerlösungen (Melassen) mit gebranntem Kalk, wenn dabei auf 342 Teile Zucker mindestens 168 Teile Kalk angewandt werden; beim Vermischen konzentrierter heißer Zuckerlösungen mit Kalkhydrat; beim Vermischen konzentrierter Zuckerlösungen mit im Löschen begriffenem Kalk; beim Vermischen konzentrierter Zuckerlösungen mit großem Überschusse von Kalkhydrat; beim Vermischen verdünnter Zuckerlösungen mit fein gepulvertem gebranntem Kalk, wobei durch Abkühlung der Flüssigkeit die Temperatur bei 10 Grad zu erhalten ist; beim Vermischen mit Alkohol versetzter konzentrierter Zuckerlösungen mit in Alkohol ver-

teiltem Kalk. Das Verhältnis von Zucker und Kalk ist dabei immer, wie oben angegeben, inne zu halten. Auf diesen Reaktionen beruhen die als Substition, Elution, Fällungsverfahren, Ausscheidung bezeichneten Methoden zur Entzuckerung der Melasse.

Von dem Monocalcium-Saccharate unterscheidet sich das Tricalcium-Saccharat durch Unlöslichkeit. Wenn auch unlöslich, so widersteht das Tricalcium-Saccharat doch nicht einer andauernden Behandlung mit kaltem Wasser, sondern wird dabei unter Abgabe von Zucker teilweise zersetzt. Diese Zersetzung tritt jedoch nicht ein, wenn dem Wasser Weingeist in solchem Verhältnisse zugemischt wird, daß die Flüssigkeit 35 bis 40 Vol.-Proz. Alkohol enthält. Dem aus Melasse dargestellten Zuckerkalke kann daher durch Waschen mit schwachem Weingeist der größte Teil der fremden Bestandteile der Melasse, oder die bei der Einwirkung des Kalkes daraus gebildeten Produkte, soweit sie in solchem Weingeist löslich sind, entzogen werden.

Ebenso wie gegen schwachen Alkohol verhält sich das bei Siedehitze gefällte Tricalcium-Saccharat auch gegen kochendes Wasser; es läßt sich mit diesem waschen, ohne zersetzt zu werden.

Gegen Rübensaft, sowie gegen Kohlensäure verhält sich das Tricalcium-Saccharat ebenso wie das Monocalcium-Saccharat, es kann daher zur Scheidung verwandt, oder nach der Zersetzung durch Kohlensäure auf Zucker verarbeitet werden.

Auch ein Anderthalb-basisches Calciumsaccharat, $(C_{12}H_{22}O_{11})_2.3CaO$, sowie ein Bisaccharat, $(C_{12}H_{22}O_{11}).2CaO$, ist bekannt.

b. Zuckerbaryt oder Baryum-Saccharat. Baryt verbindet sich nur in einem Verhältnisse mit Zucker zu Monobaryum-Saccharat $C_{12}H_{22}O_{11}.BaO$, welches auf 342 Teile Zucker 153 Teile Baryt enthält. Diese Verbindung entsteht beim Vermischen von heiß gesättigtem Barytwasser mit Zucker resp. Melasse als in der Kälte schwer lösliche, kristallinische Masse. Wegen seiner leichten Darstellbarkeit und wegen seiner Beständigkeit ist wiederholt versucht worden, den Zuckerbaryt zur Darstellung des Zuckers aus Melasse zu verwenden.

c. Zucker-Strontian oder Strontium-Saccharat. Der Strontian bildet verschiedene Saccharate, ein Monostrontium-Saccharat $C_{12}H_{22}O_{11}.SrO$, welches auf 342 Teile Zucker 103,5 Teile Strontian enthält, und ein Distrontium-Saccharat $C_{12}H_{22}O_{11}.2SrO$, welches auf 342 Teile Zucker 207 Teile Strontian enthält.

Monostrontium-Saccharat entsteht, wenn ein Teil kristallisiertes Strontianhydrat in drei Teilen heißem Wasser gelöst und mit einem Teile Zucker, oder einer entsprechenden Menge von Melasse, vermischt wird. Läßt man die heiße Flüssigkeit ruhig erkalten, so kristallisiert nur Strontianhydrat, erhält man sie aber während des Erkaltens in steter Bewegung und fügt man dabei etwas Monostrontium-Saccharat zu, so erstarrt die ganze Masse zu einem Breie von Monostrontium-Saccharat, welches durch Waschen mit Strontianwasser gereinigt werden kann. Dieses Verhalten bildet die Grundlage von Scheiblers Patent 22000.

Distrontium-Saccharat entsteht als ein schwerer, sandiger, sich rasch absetzender Niederschlag, wenn ein Teil Zucker mit einer Lösung von drei Teilen kristallisiertem Strontianhydrat gekocht wird. Der Niederschlag ist siedend heiß zu filtrieren und mit siedendem Wasser oder siedender Strontianlösung zu waschen. (Scheiblers Patent 15385.)

Beide Strontium-Saccharate sind sehr leicht zersetzlich. Das Monosaccharat zerfällt, wenn es in warmem Wasser gelöst wird, in Strontianhydrat und Zucker, das Disaccharat erleidet dieselbe Zersetzung schon beim Erkalten.

Scheibler stellte außerdem ein anderthalb-basisches Strontiumsaccharat dar, welches in Wasser leicht löslich ist.

Die Kupferoxyd-Zuckerverbindung oder das Kupfer-Saccharat ist ein Mittel zur Erkennung des Rohrzuckers und zur Unterscheidung desselben von anderen Zuckerarten.

Mischt man zu einer Zuckerlösung so viel der Lösung eines Kupfersalzes, Kupfervitriol, bis sie eben deutlich blau gefärbt wird, und fügt man dann Kalilösung zu, so erhält man eine tief blau gefärbte Lösung von Kupfer-Saccharat. Diese Flüssigkeit kann zum Sieden erhitzt werden, ohne ihre Farbe zu verändern. Dieses Verhalten dient zur Erkennung des Rohzuckers, Trommer'sche Probe, und unterscheidet zugleich den Rohrzucker von anderen Zuckerarten, Traubenzucker und Fruchtzucker. Letztere geben ebenfalls mit Kupfersalzen und Kali blau gefärbte Flüssigkeiten, die sich aber nicht, ohne eine Zersetzung zu erleiden, erhitzen lassen. Bei Anwesenheit dieser Zuckerarten scheidet sich beim Kochen rotes Kupferoxydul ab (s. S. 59).

Die mineralischen Säuren, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, auch Arsensäure, bewirken, selbst wenn sie nur in geringster

Menge vorhanden sind, eine Veränderung des Rohrzuckers, sie zersetzen denselben schon in der Kälte langsam, augenblicklich aber beim Erwärmen auf 60—70° C. in Traubenzucker und Fruchtzucker, und zwar wird dabei immer ein Molekül Rohrzucker, unter Aufnahme der Elemente von einem Moleküle Wasser, in ein Molekül Traubenzucker und ein Molekül Fruchtzucker zerlegt. Das dabei entstehende Gemenge von einem Moleküle Traubenzucker und einem Moleküle Fruchtzucker bezeichnet man als Invertzucker (s. oben), die Zersetzung des Rohrzuckers in diese beiden Zuckerarten als die Inversion des Zuckers. Selbst schwache organische Säuren bewirken Inversion. Um jedem schädlichen Einflusse der Säuren sicher vorzubeugen, hält man die Zuckersäfte bei der Fabrikation immer alkalisch.

Die Inversion des Zuckers wird, außer durch Säuren, auch durch Hefe- und Schimmelvegetation hervorgerufen. Der unveränderte Rohrzucker erleidet bei Berührung mit Hefe keine Gärung, diese tritt erst ein, nachdem er durch Hefe in Invertzucker verwandelt worden ist.

Durch konzentrierte Säuren wird der Zucker zerstört. Beim Erwärmen mit Salpetersäure entsteht Oxalsäure. Trockener Zucker in eine Mischung von konzentrierter Schwefelsäure und konzentrierter Salpetersäure eingetragen, wird gelöst, die Flüssigkeit scheidet auf Zusatz von Wasser eine unlösliche Substanz von ähnlichen Eigenschaften wie Schießbaumwolle ab.

Bei vorsichtigem Erwärmen schmilzt der Rohrzucker bei 160° zu einer fadenziehenden Masse, die beim Erkalten glasartig durchsichtig ist, Gerstenzucker, Bonbons. In diesem Zustande ist der Zucker chemisch unverändert, er hat nur seine Krystallform verloren, ist amorph geworden. Nach einiger Zeit, nach wenigen Tagen, verändert solch geschmolzener Zucker sein Ansehen, er verliert die Durchsichtigkeit, wird ungemein brüchig, er ist wieder in die krystallisierte Form übergegangen.

Bei einer Temperatur von 180—200° C. färbt der geschmolzene Zucker sich zuerst gelb, dann braun, später fast schwarz. In diesem Zustande löst er sich mit tief brauner Farbe in Wasser, und wird als Karamel bezeichnet. Die Lösungen des Karamels werden vielfach benutzt, um Flüssigkeiten, Spirituosen, Weine und dergleichen zu färben (Zuckercouleur). Steigert man die Wärme noch weiter, so blähet die geschmolzene Masse sich auf, entwickelt Gase und es bleibt endlich Kohle zurück, die bei Luftzutritt langsam und schwer verbrennt.

Die Lösungen des unveränderten Rohrzuckers lenken die Ebene des polarisierten Lichtstrahles nach rechts ab und zwar ist das spezifische Drehungsvermögen = 73,8 °. Eine 200 mm lange Schicht einer Lösung von reinem Rohrzucker, welche im Liter 163,5 g enthält, hat ein gleiches Drehungsvermögen wie eine rechtsdrehende Bergkrystallplatte von 1 mm Dicke. Auf dieser Thatsache beruht die Konstruktion des zur Untersuchung der zuckerhaltigen Flüssigkeiten dienenden Polarisationsapparates, wegen dessen Beschreibung und Benutzung wir auf die betr. Spezialwerke verweisen müssen.

Zweiter Abschnitt.

Die Abscheidung des Zuckers aus der Rübe.

Erstes Kapitel.

Vorbereitende Operationen.

1. Hof, Rübenhaus, Schwemme.

In früheren Jahren, als selbst die größte Fabrik nicht mehr als 3000 metr Rüben in 24 Stunden verarbeitete, wurden sämtliche Rüben in ein Rübenhaus abgeladen, welches groß genug war, um den Bedarf für drei Tage aufzunehmen; der Fabrikhof diente ausschließlich dem Verkehre. Mit der raschen Vergrößerung der meisten Fabriken wurde bald überall das Rübenhaus zu klein, sodaß für die Lagerung der Rüben der Hof, vielfach auch der bei der Fabrik liegende Acker zu Hilfe genommen werden mußte. Heute spielt sich in den meisten Fabriken fast die ganze Rübenabnahme auf dem Hofe ab, das Rübenhaus ist „Rudiment" geworden. Diese Umwälzung wurde noch dadurch begünstigt, daß jede Fabrik bestrebt ist, ihre Rübenverarbeitung, wenn irgend möglich, vor Weihnachten zu beenden, um einen all zu starken Rückgang der Ausbeute zu verhindern, und durch die Erfindung der Rübenschwemme durch Zöhler: Bei frühzeitiger Beendigung der Rübencampagne ist ein Erfrieren der Rüben auf dem Hofe in unserem Klima nur ausnahmsweise zu befürchten, die Schwemme aber ermöglicht es, die Rüben von jedem beliebigen Punkte aus mit Leichtigkeit in die eigentliche Fabrik zu transportieren.

Wenn aber in älteren Fabriken das Rübenhaus seiner eigentlichen Bestimmung entzogen worden ist und nur noch als Rübenwaschraum benutzt wird, und in einzelnen neueren Fabriken ein solches gar nicht angelegt wird, so ist das ein großer Fehler. Man sollte überall Rübenhäuser wenigstens für die Arbeit in der Nacht wieder einführen; dieselben können im Verhältnisse viel kleiner sein, als die früheren, da sie nur den Bedarf für etwa 24 Stunden aufzunehmen brauchen. Abgesehen davon, daß man stets auch das Wohlbefinden der Arbeiter im Auge haben sollte, welches durch den Aufenthalt unter

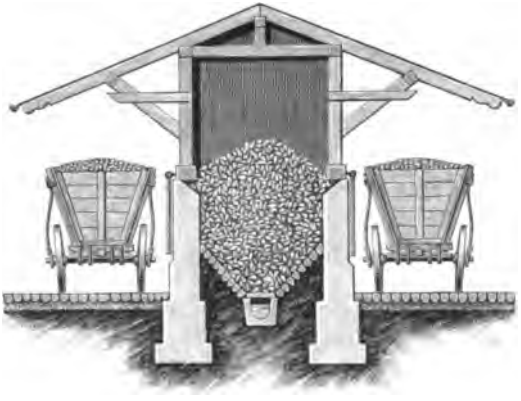


Fig. 1. Querschnitt eines einfachen Rübenhauses.

freiem Himmel während der Nacht nicht gerade gefördert wird, bringt eine solche Anlage noch direkten Vorteil, weil bei Nachtarbeit auf dem Hofe durch regnerisches, kaltes und stürmisches Wetter stets Störungen im Betriebe hervorgerufen werden.

Ein modernes Rübenhaus braucht nicht, wie dies früher nötig war, unmittelbar an der Fabrik zu liegen, sondern kann an irgend einer beliebigen Stelle über der Rübenschwemme, nämlich da, wo es den Verkehr auf dem Hofe am wenigsten hindert, errichtet werden. In Fig. 1 ist der Querschnitt eines einfachen Rübenhauses angegeben, in Fig. 2 der eines solchen, welches über zwei Armen der Schwemme errichtet ist. Am besten stellt man, wie es auch in den Zeichnungen zu sehen ist, nur den unteren Teil und die Giebel desselben aus Mauerwerk her und zwar so, daß der obere Rand des letzteren in gleicher Höhe

mit dem oberen Rande der Rübenwagen liegt. Auf dieſes Mauerwerk ſetzt man einen Holzbau mit Dach. Das Dach muß ſo ſtark ausladen, daß es die unterfahrenden Wagen vollſtändig bedeckt, der Holzbau iſt überall offen, ſodaß an jeder beliebigeu Stelle desſelben Rüben abgeladen werden können; durch Klappen kann der ganze Raum geſchloſſen werden. An der tiefſten Stelle in der Mitte des Rübenlagerraumes befindet ſich die Schwemme, von welcher aus abgepflaſterte Böſchungen rechts und links ſteil in die Höhe ſteigen, ſodaß die Rüben nach Möglichkeit von ſelbſt in die Rinne fallen, ſobald dieſelbe geöffnet wird. Im übrigen ſind die Zeichnungen aus ſich ſelbſt verſtändlich.

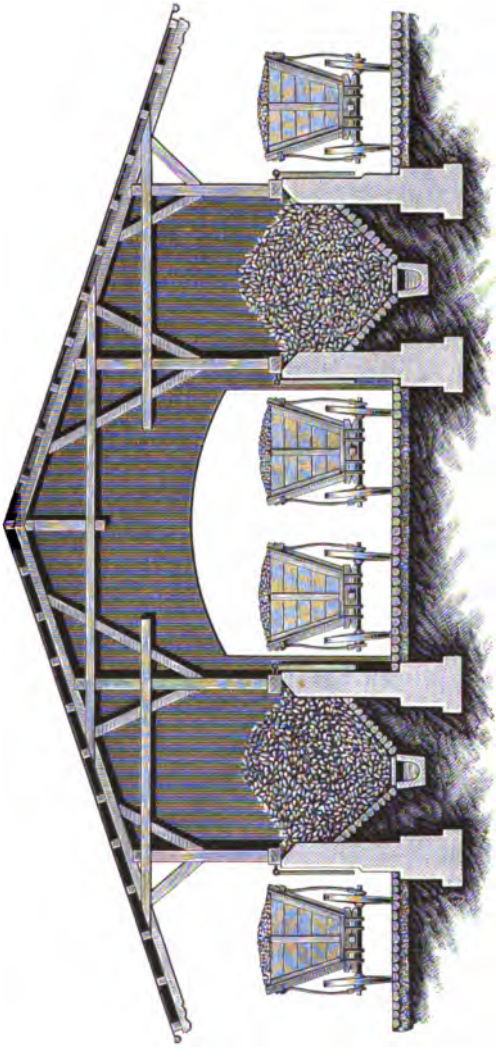


Fig. 2. Querſchnitt eines doppelten Rübenhauſes.

Die Rübenſchwemme beſteht in einer in Cementſtampfwerk oder aus Eiſen konſtruierten Rinne von 40 cm Höhe und 35 cm Durchmeſſer, welche am Ende des Rübenkellers beginnt und mit einem Gefälle von 5—9 mm auf das laufende Meter bis zum Fabrikgebäude (nötigen Falles in einem Kanale unter dem Fabrikhofe) fortgeführt wird. Die Größe des Gefälles wird nach der Art der den Rüben

anhaftenden Erde bemessen, und zwar genügt für Gegenden, in denen ein milder, lehmiger Boden vorherrscht, ein Gefälle von 5 mm, da, wo die Erde mit scharfem Sande untermischt ist, muß ein größeres Gefälle angewandt werden, weil in diesem Falle eine größere Reibung zu überwinden ist. Der größeren Reibung wegen giebt man auch der Schwemmrinne in Kurven einige Millimeter mehr Fall, als in geraden Strecken. Bei scharfem Sande geht man in den Kurven bis zu 12 mm. In die Rinne ergießt sich alles Abwasser der Fabrik, Waschwasser u. s. w. und führt die in die Rinne geworfenen Rüben mit sich fort. Bei einem Wasserstande von 25 cm in der Rinne lassen sich 2500—3000 metr Rüben in vierundzwanzig Stunden auf eine Entfernung von 130 m mit einem Aufwande von 3 cbm Wasser in der Minute transportieren. Die Menge des dazu nötigen Wassers erscheint allerdings auf den ersten Blick hoch. In Wirklichkeit kommt sie aber kaum in Betracht, da hier kein reines Wasser erforderlich ist, sondern bereits für andere Zwecke gebrauchtes verwandt, und da das Schwemmwasser in stetem Kreislaufe erhalten werden kann. Leitet man es, nachdem es seinen Dienst verrichtet hat, durch ein System von flachen, unter sich verbundenen Behältern, so lagert es dort den Schlamm genügend ab und kann immer wieder der Schwemme zugeführt werden. Zu diesem Behufe läßt man das Wasser aus dem Klärbehälter in einen Brunnenschacht laufen und treibt es durch einen Pulsometer oder eine Pumpe zur Schwemme zurück.

Wo man das gebrauchte Schwemmwasser durch einen der später zu beschreibenden Vorrichtungen hebt oder heben muß, kann man diese Klärbassins so hoch legen, daß das Wasser nach der Klärung von selbst in die Schwemme zurückläuft.

So weit die Schwemmrinne frei im Hofe liegt, wird sie ebenso, wie im Rübenhause, mit Böschungen versehen, im übrigen aber nur an beiden Seiten mit Hürden aus starken Latten eingefaßt, deren Höhe der der Rübenwagen entspricht.

Die Rinne selbst ist in Fig. 3 in größerem Maßstabe dargestellt. Ihr oberer Teil ist mit beweglichen eisernen oder hölzernen Platten abgedeckt. Soll sie zur Thätigkeit gelangen, so wird an der vorderen Stelle des über ihr lagernden Rübenhaufens eine Platte aufgenommen und es werden die Rüben dann mit einer Krücke in die offene Stelle der Schwemme gezogen, worauf sie von dem Wasserstrome mitgenommen werden.

Die geschwemmten Rüben werden, nachdem sie vom Schlammwasser getrennt sind, der eigentlichen Wäsche durch besondere Vorrichtungen, Elevatoren, Hubräder oder Schnecken, zugeführt, denn, wenn auch durch das Schwemmen ein großer Teil des an den Rüben haftenden Schmutzes entfernt wird, so ist diese Operation doch nur als eine Vorbereitung für die in der Waschmaschine auszuführende eigentliche Wäsche zu betrachten, weil erst durch diese die zwischen den Haarwurzeln fest sitzenden Erdteile beseitigt werden.

Fig. 3.
Querschnitt einer Schwemmrinne.

2. Die Abscheidung des Schlammwassers.

Ehe die Rüben in die Wäschen gelangen, müssen sie vom Schlammwasser getrennt werden; die hierfür bestimmten Apparate heben in der Regel zugleich die Rüben in die Wäsche. Die erste und einfachste derartige Anordnung war wohl die, daß der Inhalt der Schwemme eine letzte kurze Strecke über einen schrägen Rost lief, das Schlammwasser ging zwischen den Roststäben durch und die Rüben gingen weiter auf einen Gurt-Elevator, der sie nach der Wäsche beförderte. Der einfache Rost wurde später durch den Knauer'schen Rübenabscheider ersetzt, der leicht und sicher arbeitete, aber heute wohl kaum noch im Gebrauche ist, nicht etwa, weil er selbst mangelhaft ist, sondern, weil der Elevator, welcher mit ihm zusammen arbeiten muß, häufigen Störungen unterworfen ist und deswegen überall durch praktischere Einrichtungen ersetzt worden ist.

Bei allen diesen Anlagen muß die erste Sorge sein, daß das Schlammwasser so schnell und vollkommen, wie möglich, weggenommen wird; jede Stockung in der Wasserabnahme erzeugt eine Stauung in der Schwemme und damit eine Ablagerung von Schlamm oder Sand in derselben, welche das Schwemmen der Rüben ungemein hindert. Bei richtiger Anlage treten solche Ablagerungen nie ein. Dieser Erfolg wird am leichtesten da erreicht, wo die Klärbassins so tief unter dem tiefsten Punkte der Schwemmrinne liegen, daß das Schlammwasser ungehindert ablaufen

kann; man benutzt dann das in Fig. 4 und 5 abgebildete Hubrad aus perforiertem Bleche. Die Schwemmrinne reicht bis in das Innere dieſes hohlen Rades hinein, Waſſer und Schlamm laufen durch die Löcher des Blechmantels ab und die Rüben werden bei der Umdrehung des Rades, welches durch ein Vorgelege bewirkt wird, durch die in der Zeichnung angegebenen ſchrägwandigen Käſten (*a*) mit in

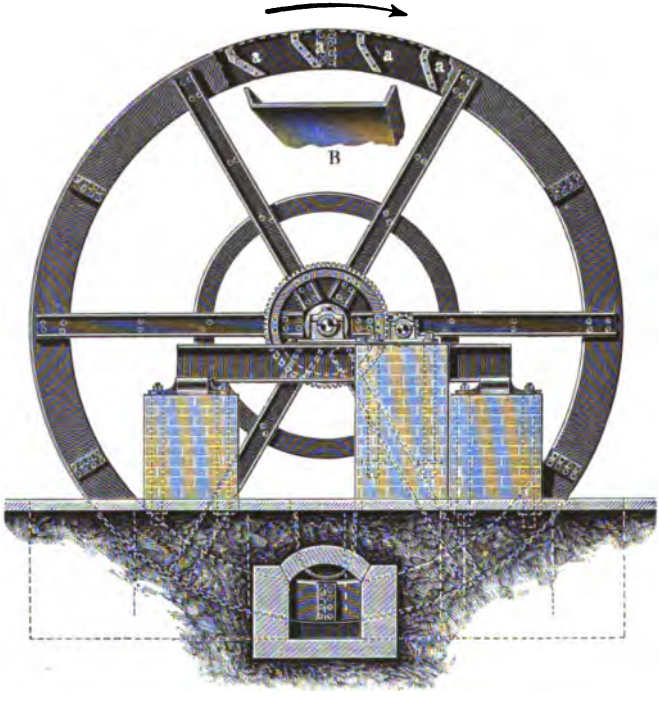


Fig. 4. Hubrad.

die Höhe genommen. Am höchſten Punkte angekommen, fallen dieſelben in eine in das Innere des Rades hineinreichende Schurre *B* und aus dieſer in die Wäſche.

Daß man die Zwiſchenräume zwiſchen dem Hubrade und dem Mauerwerke durch Bohlen ſo abdichten muß, daß keine Rüben verloren gehen können, ſoll hier noch beſonders erwähnt werden.

Da, wo die Terrainverhältniſſe den ſelbſtthätigen Abfluß des Schlammwaſſers nicht geſtatten, muß man für raſchen künſtlichen

Abfluß sorgen. Man läßt zu diesem Zwecke das Schlammwasser durch einen kurzen Kanal in ein kleines gemauertes Bassin laufen, aus welchem man dasselbe mit einem besonderen Apparate hebt. Dieser kurze Kanal muß ein so starkes Gefälle besitzen, daß sich kein Sand absetzen kann, weil dieser das Rad in der Bewegung hindern und abschleifen würde.

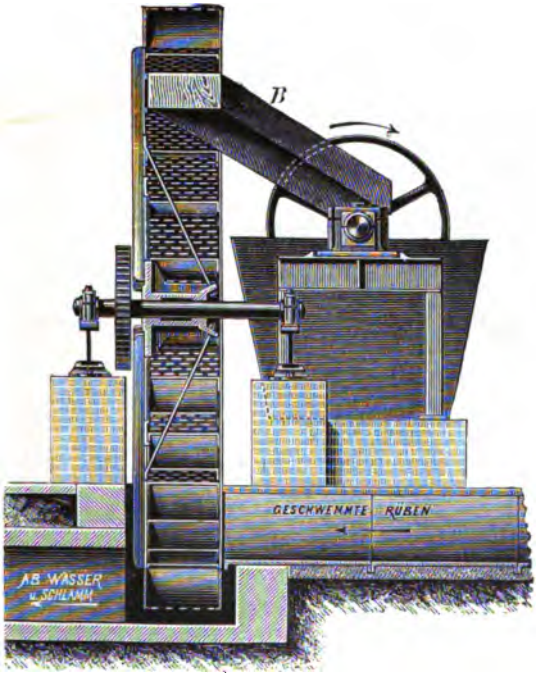


Fig. 5. Hubrad.

Als Hebeapparate benutzt man einen kräftigen Bagger oder ein zweites Hubrad. Letzteres wird genau so konstruiert, wie das oben abgebildete, nur daß man überall, wo in obiger Zeichnung gelochte Bleche angegeben sind, ganze Bleche benutzt. Ein Bagger ist in Fig. 6 dargestellt: Ein endloser Gurt ist um zwei Scheiben geschlungen, von denen die eine in der Grube *A*, welche das Schlammwasser aufnimmt, gelagert ist, die andere in den Umständen entsprechender Höhe über dem Wasserspiegel des Klärteiches, vertikal über der Grube, bei

B ſich befindet; an dem Gurte ſind eine große Anzahl von eiſernen Bechern (*a*) feſtgeſchraubt. Die obere Scheibe wird durch ein Vorgelege in langſame Umdrehung verſetzt und nimmt dabei den ſtraff geſpannten Gurt, der durch die kleinen Rollen *b*, *b* Führung erhält, mit. Die am Gurte befeſtigten Becher füllen ſich beim Eintauchen in die Grube mit Schlammwaſſer und entleeren dies in die Abfallrinne *C*, von der es durch die Rinne *D* in das Klärbaſſin fließt.

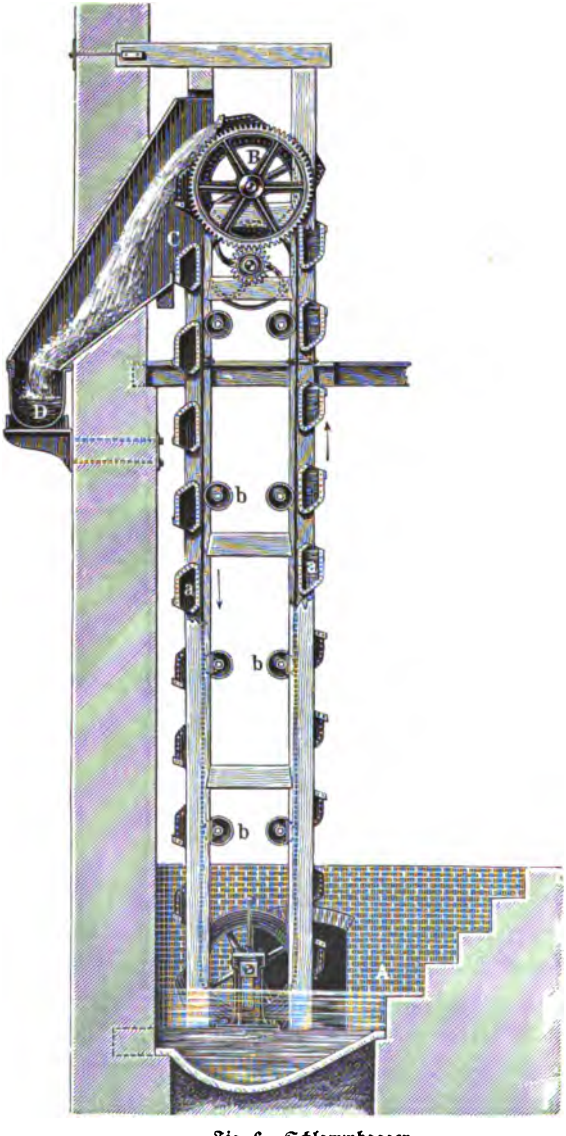


Fig. 6. Schlammbagger.

Anſtatt des Gurtes, welcher durch die fortwährende Näſſe ſehr leidet, verwendet man in vielen Fabriken auch ſtarke Schiffsketten, an welche die Käſten angeſchraubt werden. Ein ſolcher Bagger iſt in Fig. 12 als Rübenelevator abgebildet.

Will man das Waſſer in die Schwemme zurückführen, ſo läßt man das Schlammwaſſer in gemauerte Baſſins laufen, deren oberer Rand 2—3 m

über der *höchsten* Stelle der Schwemmrinne liegt und von denen drei oder vier neben einander stehen. Am oberen Rande der Zwischenwände zwischen diesen Bassins sind Öffnungen ausgespart, die durch Schieber geschlossen werden können, und ebensolche Öffnungen münden von jedem Bassin in eine gemeinsame Sammelrinne, an deren einem Ende das Rohr angeschlossen ist, welches das Wasser nach der Schwemme leitet. Das Schlammwasser läßt man in eins dieser Bassins laufen; in demselben wird sich die Hauptmasse der Erde absetzen; das überstehende ziemlich klare Wasser tritt nun durch den Überlauf in das nebenstehende Bassin und durch dessen Überlauf in die Rinne. Das Rohr für den Ablauf aus dieser letzteren wird mit einem herausnehmbaren, trommel- oder cylinderförmigen Siebe aus gelochtem Blech verschlossen, damit nicht etwa Blätter oder dergl. in dasselbe gelangen und dasselbe verstopfen können.

Über dem Boden eines jeden Bassins befindet sich eine verschraubbare eiserne Thür, welche durch Unterlegen eines alten Preßtuches abgedichtet werden kann und zum Ablassen des Schlammes dient.

Die Maschinen für die Hebung des Schlammwassers müssen selbstverständlich so groß sein, daß sie das mit der Schwemme ankommende Wasser mit *absoluter Sicherheit* bewältigen können. Es kann nicht oft genug hervorgehoben werden, daß die Schwemme nur dann richtig funktionieren kann, wenn das an ihrem Endpunkte ankommende Wasser *sofort und vollständig* weggeschafft wird. Laufen z. B. in der Minute 3 cbm Wasser durch dieselbe, so muß der Bagger (oder das Schlammhubrad) 4½ bis 5 cbm zu fördern im stande sein, um auch bei sehr schmutzigen Rüben noch auszureichen. Erde nimmt bekanntlich ebenfalls Raum ein; wird dies bei der Anlage nicht genügend berücksichtigt, so machen sich im Betriebe der Schwemme sofort die unannehmsten Stockungen bemerkbar, sobald einmal sehr schmutzige Rüben zur Verarbeitung gelangen.

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit eines Baggers oder eines Hubrades aus dem Inhalte der einzelnen Kästen und der Umdrehungszahl für die Minute ist eine sehr einfache.

Anstatt der beiden angeführten Apparate wendet man zur Förderung des Schlammwassers auch häufig eine Schnecke an (Fig. 7), doch ist dieselbe nicht sehr zu empfehlen.

Anstatt das Schlammwasser durch *besondere* Apparate zu heben, hebt man jetzt meistens dasselbe *mit den Rüben zusammen* und nimmt

die Trennung erst unmittelbar vor der Wäsche vor. Für diesen Zweck werden Hubräder aus ungelochtem Bleche oder Schnecken benutzt. In beiden Fällen dient ein zwischen dem betr. Apparate und

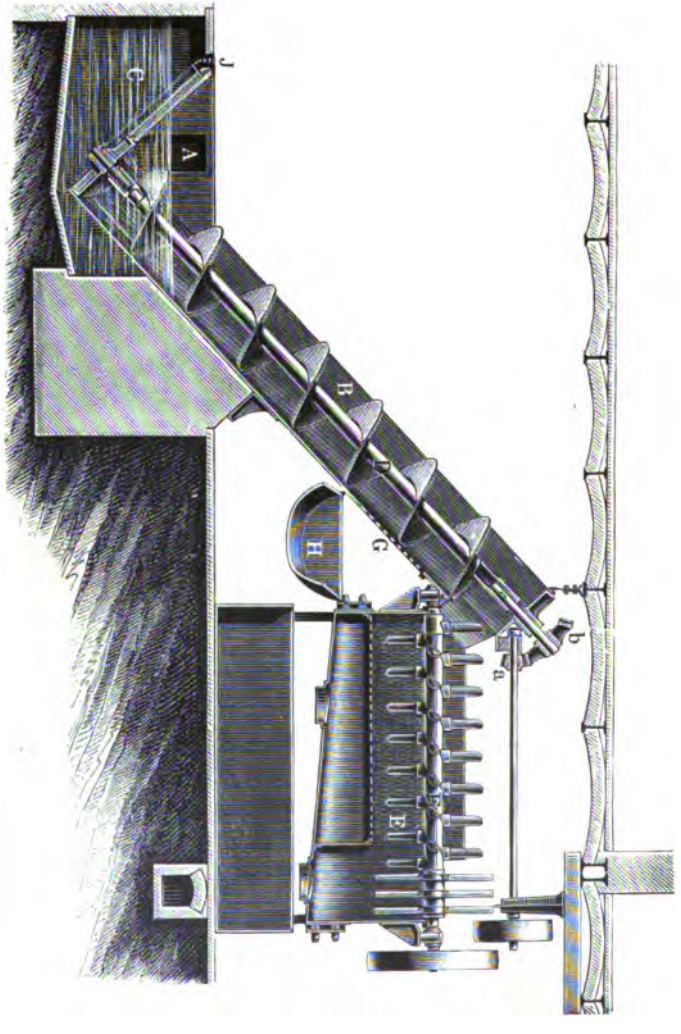


Fig. 7. Rübenschnecke mit Quirlwäsche.

der Wäsche eingeschaltetes oder in dem Apparate selbst angebrachtes Sieb zur Abführung des Schlammwassers. Eine Schneckenanlage mit einer Quirlwäsche kombiniert ist in Fig 7 dargestellt.

In derselben ist *B* ein gußeiserner, schräg nach oben gerichteter Trog, in welchem bei *A* die Schwemmrinne einmündet und in welchem die um eine Spindel *D* gewundene Schnecke aus Eisenblech eingelagert ist. Wird die Spindel *D* durch das Vorgelege *a b* in rasche Drehung versetzt, so schiebt die Schnecke die durch *A* eintretenden Rüben nebst dem mitkommenden Schlammwasser im Troge *B* in die Höhe. Auf der Sohle dieses Troges ist bei *G* ein aus Rundeisen oder gelochtem Bleche gefertigtes Sieb angebracht, dessen Stäbe oder Schlitze in der Längsrichtung des Troges liegen. Sobald die Masse an diese Stelle gelangt, gehen Schlamm und Wasser durch das Sieb hindurch und laufen durch die Rinne *H* ab, während die Rüben weiter bis in die Wäsche befördert werden. Am unteren Ende wird der Schneckentrog durch eine sehr starke Eisenplatte geschlossen, an welcher das Lager für die Spindel angebracht ist; letzteres wird durch eine Stopfbüchse gegen Eintreten von Schmutz geschützt und von dem Raume *C* aus vermittelst eines durch den Lagerzapfen der Länge nach gebohrten Loches geschmiert (Schmierapparat *J*). Um den Raum *C* entwässern zu können, hat man meist am untersten Ende der Eisenplatte einen weiten Hahn angebracht, durch welchen die Schnecke den größten Teil des etwa angesammelten Wassers wegsaugt.

Hebt man Schlammwasser und Rüben zusammen durch ein dichtes Hubrad, so kann man ein ähnliches Sieb, wie das an der Schnecke, an der inneren Peripherie des Rades anbringen und das Wasser ebenfalls unterhalb dieses Siebes abfangen. Das Sieb verschließt alsdann die Kästen des Rades, sobald sie sich in einer gewissen Höhe befinden und hindert dadurch das Herausfallen der Rüben, nicht aber das Abfließen des Schlammwassers. Selbstverständlich kann man dasselbe erreichen, wenn man den Boden der in Fig. 4 und 5 angegebenen Schurre *B* z. T. aus Rundeisen anfertigt und das Schlammwasser an dieser Stelle in eine Rinne ablaufen läßt. In diesem Falle muß das Hubrad etwas weiter von der Wäsche entfernt aufgestellt werden.

Hat man die Wahl zwischen Hubrad und Schnecke, so ist ersteres unter allen Umständen vorzuziehen, weil es ganz außerordentlich viel weniger Kraft braucht, als letztere, und sich fast gar nicht abnutzt, während bei einigermaßen schmutzigen Rüben die Schnecke ungemein leidet. Der Trog derselben wird ausgeschliffen, sodaß er in Zeit einiger Jahre immer wieder ersetzt werden muß, und die Schnecke

selbst bedarf fast alljährlich der Erneuerung. Selbst im Laufe der Kampagne nimmt die Leistungsfähigkeit der Schnecke nach und nach ab; sie fördert um so weniger, je mehr sich der Zwischenraum zwischen Trog und Schnecke vergrößert. Auch plötzliche Störungen treten zuweilen bei der Schnecke ein, die den Betrieb auf Stunden aufhalten können; es genügt dazu ein Nagel oder ein abgebrochener Gabelzinken, der sich in dieselbe einklemmt. Alle diese Übelstände sind bei einem solid gebauten Hubrade nicht vorhanden.

3. Die Rübenwäsche.

Die Waschmaschinen finden sich in zwei verschiedenen Formen, als Trommelwäsche und als Quirl-, Arm- oder Trogwäsche. Die erstere, welche in Fig. 8 im Längenschnitte dargestellt ist, besteht aus einer an beiden Enden offenen, cylindrischen Trommel *B* von 5 mm starkem Eisenblech, welches ringsum mit Längsschlitzen von 1 cm Breite durchbohrt ist. Sie ist mittels der Speichen *a* auf der Welle *C*, die in den Lagern *D D'* ruht, befestigt. Der Trommel giebt man zweckmäßig eine Länge von 2,5 bis 2,75 m und einen Durchmesser von 75 cm. Sie ragt mit ihrem unteren Teile in den bis zur punktierten Linie mit Wasser gefüllten 1 m tiefen Trog *E*, der aus 7 mm starken Eisenplatten zusammengesetzt ist. Die Welle *C* liegt unmittelbar über dem Rande des Troges, die offenen Endflächen der Trommel berühren fast die Querwände desselben.

Die zu waschenden Rüben werden in den mit einem schiefen Boden versehenen Rumpf *F* geworfen und fallen aus diesem in die Trommel, welche etwa sechs Umdrehungen in der Minute macht. Ihre Bewegung erhält sie von der Welle *G* und der Riemenscheibe *H*, deren Leerscheibe *H'* ist. Die seitlich gelagerte Welle *G* trägt an ihrem entgegengesetzten Ende ein kleines Zahnrad, welches in das auf die Trommel aufgezogene Zahnrad *I* eingreift.

An den Speichen, welche die Waschtrommel mit der Welle *C* verbinden, sind starke, schräg gestellte, hölzerne Latten *b b'* befestigt. Durch diese werden die in der Trommel befindlichen Rüben beständig herumgewälzt und gleichzeitig dem entgegengesetzten Ende der Trommel zugeführt, bis sie, dort angelangt, von den gekrümmten Blechen *d*, welche auf dem Kegel *c* befestigt und dadurch mit der Welle *C* fest

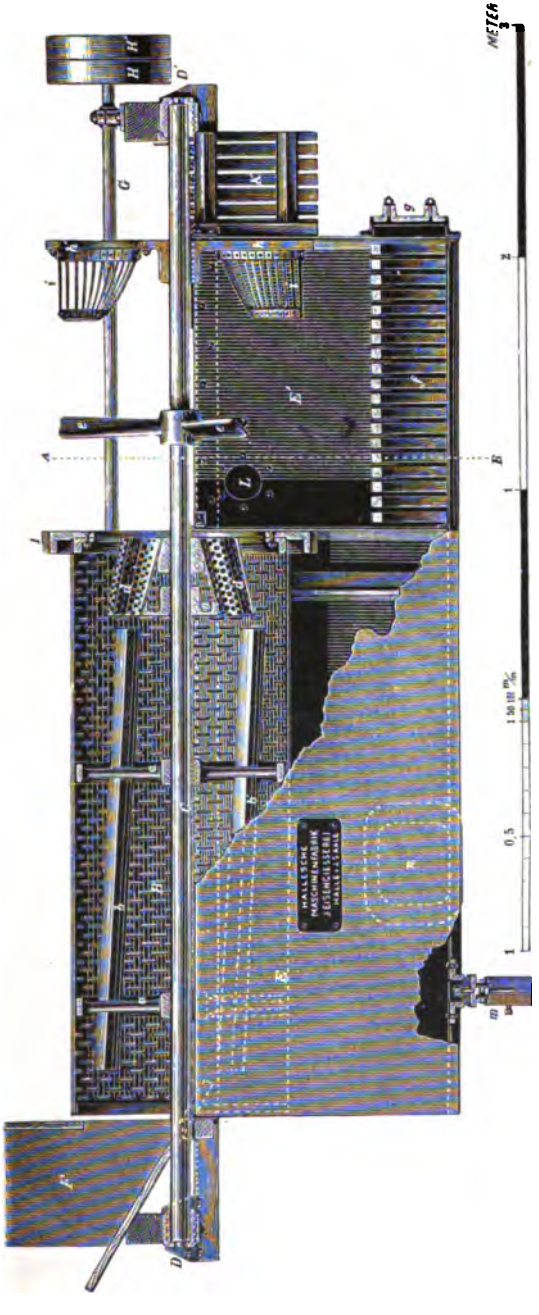


Fig. 8. Längsſchnitt einer Trommelwäſche.

verbunden sind, ergriffen und über den Rand von E in den zweiten ebenfalls mit Wasser gefüllten Trog E' geworfen werden.

Dieser Trog mit seinem Zubehöre ist in Fig. 9 im Querschnitte nach der Linie $A\,B$ der vorigen Figur dargestellt. Auf den, über dem Troge E' liegenden Teile der Welle C sind drei Arme $e\,e\,e$ aufgezogen, durch welche die Rüben von neuem bearbeitet werden und die durch ihr Anschlagen namentlich eine Absonderung der von den Faserwurzeln noch zurückgehaltenen Steinchen bezwecken. Die Steinchen sinken in dem Wasser zu Boden, fallen durch die Zwischenräume des schräg-

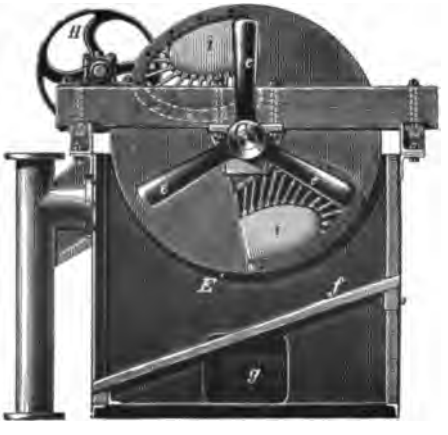


Fig. 9. Querschnitt einer Trommelwäsche.

gestellten hölzernen Lattenrostes und können von Zeit zu Zeit durch Öffnen des Mannloches g entfernt werden.

Dicht an der äußersten Endwand des Troges E' ist auf der Welle C eine eiserne Scheibe h befestigt, die zwei weite Öffnungen h' hat. An diese Öffnungen legen sich zwei aus eisernen gekrümmten Schienen gebildete Fangkörbe, $i\,i$ an, welche die im Wasser schwimmenden Rüben ergreifen und sie, sobald einer der Körbe bei der Umdrehung der Welle über die Höhe des Trograndes kommt, durch die Öffnung h' auf den schräggestellten Lattenrost k auswerfen. Die Scheibe h nennt man „Auswurfscheibe".

Durch die Schöpfvorrichtung $d\,d$ wird immer ein Teil des Wassers mit den Rüben von E nach E' gehoben. Um dadurch E' nicht zu

voll werden zu lassen und ein Überfließen des Wassers zu verhüten, ist ein weites Rohr L angebracht, durch welches der Trog E' mit E in Verbindung steht, und in beiden das Wasser auf gleicher Höhe erhalten wird.

Sobald das Wasser in E zu schmutzig wird, läßt man es entweder ganz oder teilweise durch das am Boden angebrachte Ventil m abfließen. Das Ventil ist an einem doppelarmigen Hebel befestigt und durch diesen von der Seitenwand des Troges leicht zu erreichen. Um ein Schadhaftwerden oder ein Verstopfen des Ventils durch Steinchen, abgestoßene Wurzeln und dergleichen zu verhüten, ist über demselben ein Sieb angeordnet, welches alle gröberen Teile zurückhält. Diese können leicht durch das Mannloch n entfernt werden.

Hat man gefrorene Rüben zu verarbeiten, so läßt man entweder warmes Wasser in den Trog einströmen, oder man erwärmt das Wasser durch Dampf, welcher durch ein auf dem Boden liegendes Rohr zugeführt werden kann. Wenn es auch wünschenswert ist, niemals von diesem Dampfrohre Gebrauch machen zu müssen, so sollte es doch immer vorhanden sein, um es jederzeit brauchen zu können, wenn Veranlassung dazu gegeben ist.

In vielen Fabriken findet man Waschmaschinen von weniger vollkommener Konstruktion wie diese. So fehlt z. B. häufig der zweite Trog, der sogenannte Steinfänger, dessen Abwesenheit sich aber unfehlbar durch rasche Abnutzung der später in Wirkung kommenden Maschinen straft.

Zum Teil ersetzt wird der Steinfänger durch die Quirlwäsche, sodaß heute viele Fabriken nur mit solcher arbeiten, diese dann aber fast immer noch mit einem Steinfänger versehen. Die Quirlwäsche, welche wir in Fig. 7 in Verbindung mit der Rübenschnecke dargestellt sehen, zeichnet sich gegenüber der Trommelwäsche durch geringeren Kraftbedarf aus. Sie besteht aus einem etwa 3 m langen Behälter mit schrägem Boden, in dessen vorderem Teile ein mit dicht gestellten Längenschlitzen versehenes, rund gebogenes Blech E als zweiter Boden eingebaut ist. Eine starke Welle F, welche auf dem größeren Teile ihrer Länge mit schraubenförmig gestellten Armen besetzt ist, ruht in Lagern auf dem Rande des Troges. Durch Drehung der Welle rühren die Arme die Rüben kräftig durch und schieben dieselben dabei vorwärts. Sobald die Rüben in den Bereich der am Ende angebrachten

längeren Arme gelangen, werden sie von diesen seitwärts über den Rand des Troges geworfen.

Es existieren von der Quirlwäsche, die an sich höchst einfach ist, eine ganze Reihe anderer Konstruktionen, die aber sämtlich ziemlich gleichwertig sind. Manche Maschinenfabriken machen die Rührarme länger, sodaß sie fast das Blech *E* berühren und geben ihnen eine schwertartige Form, die auf Vorwärtsschiebung der Rüben berechnet ist; um dabei das Aufsetzen der Arme auf Steine zu vermeiden, wird die Welle *F* etwas excentrisch gelegt, sodaß sich bei der Drehung der Zwischenraum zwischen dem Ende des Armes und dem Bleche *E* erweitert. Anstatt der Auswurfarme kann man eine Auswurfscheibe mit Körben, wie wir sie bei der Trommelwäsche kennen gelernt haben, anwenden, wobei der Auswurf natürlich an der Stirnseite geschieht.

Der Antrieb der Wäschen direkt durch Riemenscheiben, wie es in der Abbildung angegeben ist, wird nur in den seltensten Fällen bei Wäschen möglich sein. In der Regel wird man auf die Auswurfscheibe einen Zahnkranz aufziehen und diesen durch ein kleines Getriebe in Bewegung setzen.

4. Schüttelsieb, Putztransporteur und Elevator.

In vielen Fabriken werden die Rüben, sobald sie die Wäschen verlassen haben, durch den sogen. Rübenelevator in ein höheres Stockwerk befördert, wo sich die Rübenwage und die Schnitzelmaschine befinden, in anderen aber passieren sie zuvor ein Schüttelsieb oder einen Putztransporteur. Die Wäschen werfen mit den Rüben häufig viel Wasser aus, besonders wenn, wie dies im frühen Herbste oft der Fall ist, mit den Rüben viel Blätter angeliefert werden. Diese setzen sich in den Auswurfkörben fest und verhindern das Zurücklaufen des Wassers aus denselben. Das von den Wäschen ausgeworfene Wasser ist selbstverständlich nie sehr sauber und für die Weiterverarbeitung der Rüben geradezu schädlich, wenn es mit öfter wiederbenutztem Schwemmwasser vermischt ist. Aber selbst reines Wasser wird unangenehm, wenn es mit den Rüben in die oberen Stockwerke gehoben wird, weil es dort alles durchnäßt und zu Unsauberkeit Veranlassung giebt. Die oben angeführten Apparate sind daher von großem Werte, abgesehen davon, daß man unter Umständen faule oder sonst verdorbene Rüben von denselben ablesen lassen kann.

Ein Schüttelſieb iſt in Fig. 10 im Längs-, in Fig. 11 im Querſchnitte dargeſtellt; die Siebfläche desſelben wird durch Rundeiſenſtäbe gebildet, welche in etwa 1 cm Entfernung von einander auf einem Rahmen aufgenietet oder -geſchraubt ſind. Die Umfaſſung wird durch ein etwa 25 cm hohes Blech gebildet; die Breite des Siebes beträgt etwa 1 m. Der Apparat ruht auf vier Füßen, welche unten mit Gleitklötzen (*a*, *a*) verſehen ſind, welche auf horizontalen und in einer horizontalen Ebene liegenden Flächen hin und her gleiten, wenn das

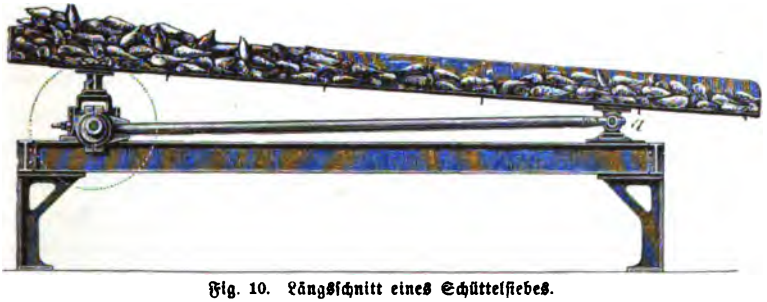


Fig. 10. Längsſchnitt eines Schüttelſiebes.

Sieb in Thätigkeit iſt. Damit die Rüben bei der Schüttelbewegung nach vorwärts gleiten, ſind die hinteren Füße etwa 15 cm höher, als die vorderen, ſodaß das Sieb eine geneigte Fläche bildet. Früher, als noch die Materialſteuer beſtand, verfolgte man mit demſelben den Zweck, durch möglichſt vollkommene Entfernung des Waſſers das Steuergewicht der Rüben nach Kräften zu vermindern. Man gab dem Siebe daher eine Länge von 5 m und mehr. Da dieſer Grund weggefallen iſt, genügt eine Länge von 2 bis 2 $^1/_2$ m; das Sieb wird dadurch leichter und daher billiger, verlangt weniger Kraft und verurſacht nicht, wie die alten Siebe, einen großen Lärm. Gelochte oder geſchlitzte Bleche ſind als Boden für das Sieb weniger zu empfehlen, weil die Ränder der Löcher ſich bei längerem Gebrauche zuweilen zuſchärfen und dann wie Hobel auf die Rüben wirken.

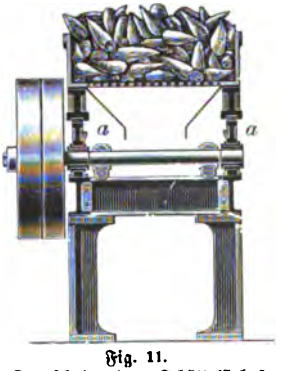


Fig. 11.
Querſchnitt eines Schüttelſiebes.

Anstatt des Schüttelsiebes wird auch wohl ein sogen. Putztransporteur angewandt. Derselbe besteht aus einem etwa 1 m breiten, aus Stahldraht geflochtenen Bande, welches über zwei mit Rand versehene Trommeln von etwa 75 cm Durchmesser gespannt ist, ähnlich, wie wir dies bei dem schon beschriebenen Schlammbagger gesehen haben, nur mit dem Unterschiede, daß die beiden Randscheiben horizontal gegen einander liegen. Durch Tragerollen, entsprechend den Rollen *b* in Fig. 6, wird der Drahtgurt gestützt. Die eine der Randscheiben wird verstellbar gemacht, sodaß man den Gurt, falls er sich gedehnt haben sollte, spannen kann. An beiden Seiten wird der Gurt durch Wangen von Blech oder Holz eingefaßt, um ein Herabfallen der Rüben zu verhindern. Verwendet man hierzu Blech, so schützt man den Gurt durch passend angebrachte Holzleisten gegen seitliche Abnutzung; auch bei Verwendung von Holz zu den Wangen bringt man besondere Schleifleisten an, die man leicht ersetzen kann, wenn sie abgeschliffen sind.

Den Trommeln giebt man eine nicht zu große Umdrehungszahl und damit dem Gurte einen langsamen Gang, damit man nötigenfalls im stande ist, angefaulte oder sonst verdorbene Rüben abzulesen und, wenn angängig, zu putzen, daher der Name „Putztransporteur".

Von diesen beiden Apparaten gebührt dem Schüttelsiebe der Vorzug. Der Drahtgurt hat den Nachteil, daß er sehr bald länger und dafür schmaler wird, als er ursprünglich war, sodaß zwischen seinen Rändern und den Seitenwangen Schlitze entstehen, durch welche, bei nicht rechtzeitiger Ausfütterung mit Holz, kleinere Rüben hindurchfallen und zerquetscht werden können. Ein Drahtgurt verlangt außerdem alljährlich Reparaturen, wogegen ein gut konstruiertes Schüttelsieb sehr wenig abgenutzt wird.

Von dem Entwässerungsapparate fallen die Rüben in den Elevator, der sie in das höchste Stockwerk der Fabrik befördert.

Ein Rübenelevator aus der Sangerhäuser Aktien-Maschinenfabrik ist in Fig. 12 und 13 in Verbindung mit einer automatischen Wage dargestellt. Einer näheren Beschreibung desselben bedarf es nicht, da die Abbildung die Konstruktion deutlich erkennen läßt und die ganze Einrichtung im wesentlichen der des schon beschriebenen Schlammbaggers entspricht. Wegen der meist sehr bedeutenden Länge und der starken Belastung des Rübenelevators muß derselbe in allen seinen Teilen äußerst kräftig konstruiert sein; so sehen wir z. B. in der

Abbildung (Fig. 13), daß zwei ſtarke Ketten die Kaſten tragen. Ein Reißen des Elevators gehört zu den unangenehmſten Betriebsſtörungen, die es giebt. Die ſtarke Belaſtung des Elevators mit Rüben bedingt auch die Anbringung eines Aufhalters, einer hinter die Kaſten greifen-

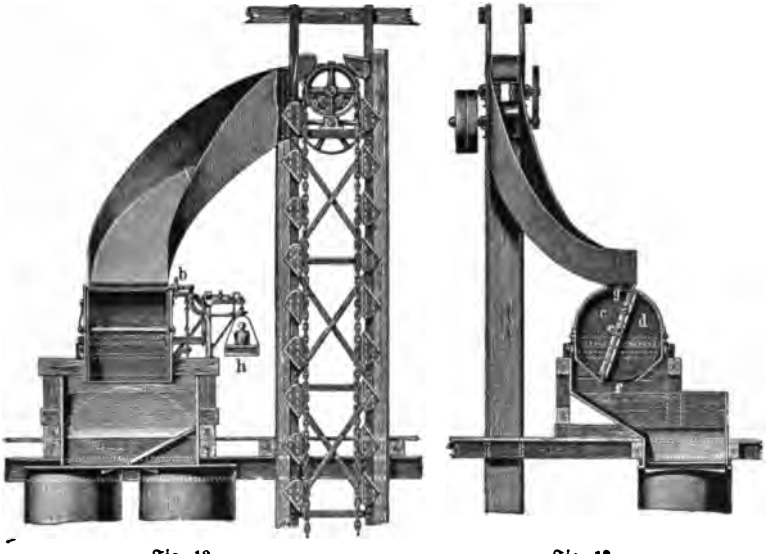


Fig. 12. Fig. 13.

Rübenelevator mit Schurre und Schönfelder'ſcher automatiſcher Wage.

den Klinke (in der Abbildung nicht angegeben), welche in Wirkſamkeit tritt, ſobald der Elevator angehalten wird, und welche verhindert, daß er durch die Laſt der Rüben rückwärts gezogen wird.

5. Das Verwiegen der Rüben.

Solange die Materialſteuer beſtand, mußten die gewaſchenen Rüben von den Steuerbeamten verwogen werden. Seit der Aufhebung dieſer Art der Beſteuerung liegt ein Zwang zur Gewichtsermittelung nicht mehr vor, da der betreffende § 30 der Ausführungsbeſtimmungen zu dem am 1. Auguſt 1892 in Kraft getretenen Zuckerſteuergeſetze folgenden Wortlaut hat:

Zum Zwecke der Anschreibungen ist zu ermitteln a) das Gewicht der zur Verarbeitung gelangenden rohen Rüben durch Verwiegung derselben in demjenigen Zustande, in welchem sie in die Zerkleinerungsgeräte gebracht werden, oder nach Wahl des Fabrikinhabers, durch Berechnung aus der Zahl der mit Rübenschnitzel gefüllten Diffuseure und dem wöchentlich mindestens einmal zu ermittelnden Durchschnittsgewichte der Schnitzel.

Entscheidet man sich für die letztere, allerdings sehr wenig genaue Art der Gewichtsermittelung der täglich in den Betrieb eingeführten Rüben, so kann die regelmäßige Wägung derselben unterbleiben. Ob es aber zweckmäßig ist, von dieser Erleichterung Gebrauch zu machen, ist eine andere Frage, die wir verneinen möchten. Es sind ganz unzweifelhaft die größten Fortschritte der Zuckerfabrikation dadurch angebahnt worden, daß, auf Grund der steueramtlichen Verwiegung, eine genaue Kontrolle des Betriebes von Tag zu Tag möglich war. Jeder im Betriebe vorgekommene Fehler trat dadurch sofort an das Licht. Der hieraus hervorgehenden Vorteile begiebt man sich völlig, sobald die Wägung des Materiales fehlt. Es ist daher dringend zu empfehlen, die regelmäßige Verwiegung beizubehalten.

Eine Verwiegung jedoch, in der Weise, wie sie früher durch Steuerbeamte ausgeübt wurde, ist für Zuckerfabriken nicht ausführbar, weil letzteren nicht dieselben Mittel zur Erzwingung einer gewissenhaften Thätigkeit ihrer Angestellten zur Verfügung stehen, wie der Behörde.

Man ging daher sehr bald zur Anwendung automatisch arbeitender Wägevorrichtungen über. Von den vielen inzwischen konstruierten derartigen Apparaten sollen nur die nachstehenden, als die am meisten verbreiteten, beschrieben werden:

1. Die Automatische Rübenwage „Chronos" der Hennefer Maschinenfabrik, C. Reuther & Reisert, in Hennef a. d. Sieg. Dieselbe ist in äußerer Ansicht in Fig. 14, in ihrer Konstruktion in Fig. 15 dargestellt und wird von den Erfindern wie folgt beschrieben:

Der in dem Ständer *G* (Fig. 15) gelagerte gleicharmige Wagebalken *A* trägt auf der einen Seite einen Behälter *B* zur Aufnahme der Rüben und auf der anderen Seite die Gewichtsschale *C* mit normalen Gewichtsteinen. So lange die Zuführung von Rüben dauert, füllt und entleert sich der Behälter fortwährend selbstthätig. Während der Entleerung des Gefäßes *B* sperrt die Wage den Zufluß selbstthätig ab.

Da die einzelnen Rüben nicht gleich ſchwer ſind und die Zuführung derſelben nicht gleichmäßig erfolgen kann, ſo wird keine Gefäßfüllung genau ſo ſchwer ſein wie die Gewichtſteine. Das auf eine Füllung fallende variable Uebergewicht kann erfahrungsgemäß bis zu 25 kg betragen. Trotzdem wird aber durch eine beſondere Einrichtung, die in allen induſtriellen Staaten patentiert iſt, das ganz genaue jeweilige Füllungsgewicht markiert und addiert. Dieſe Einrichtung beſteht in der Anordnung zweier Zählwerke, deren Angaben auf einer Platte in

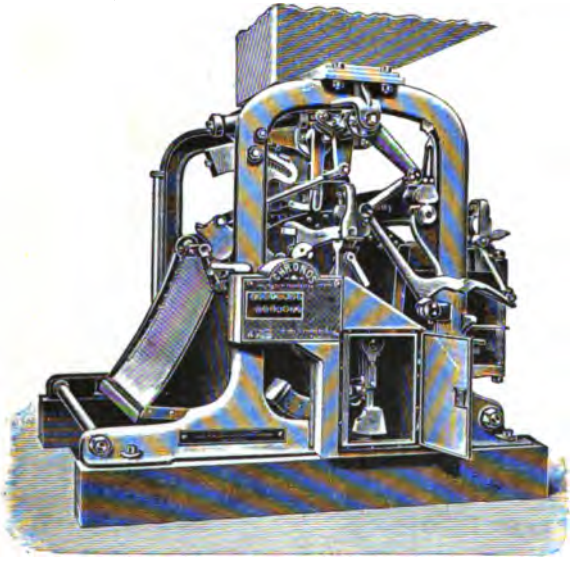


Fig. 14. Automatiſche Rübenwage „Chronos", Anſicht.

zwei übereinanderliegenden Zahlenreihen ſtets ſichtbar ſind. Das obere Zählwerk X addiert nach jeder Entleerung des Gefäßes die den aufgeſtellten Gewichtſteinen entſprechende Kilozahl, alſo je nach Größe der Wage 300, 400 oder 500 kg, während das untere Zählwerk Y die aus der ungleichmäßigen Zufuhr entſtehenden, über die 300, 400 oder 500 kg hinausgehenden Ueberſchüſſe reſp. Uebergewichte beſonders markiert und addiert.

Die Wage kann erſt dann entleeren, wenn, je nach ihrer Größe, 300, reſp. 400, reſp. 500 kg Rüben eingefüllt ſind.

Das genaue Markieren der Uebergewichte auf dem unteren Zähler *Y* wird dadurch erreicht, daß die in den Behälter *B* eingefüllten Rüben beim Niederſchwingen des Wagebalkens *A* nicht nur die mit 300, 400 oder 500 kg belaſtete Gewichtsſchale *C*, ſondern außerdem noch ein Pendel *E* heben. Letzteres ſteht durch die Rolle *F* mittelſt Stahlband *H* mit den Gefäßgehängen *b* bei *s* in Verbindung. Je größer das Uebergewicht iſt, deſto tiefer ſinkt das Gefäß *B* und deſto höher wird das Pendel *E* gehoben, und zwar wird es ſo lange gehoben, bis Gleich-

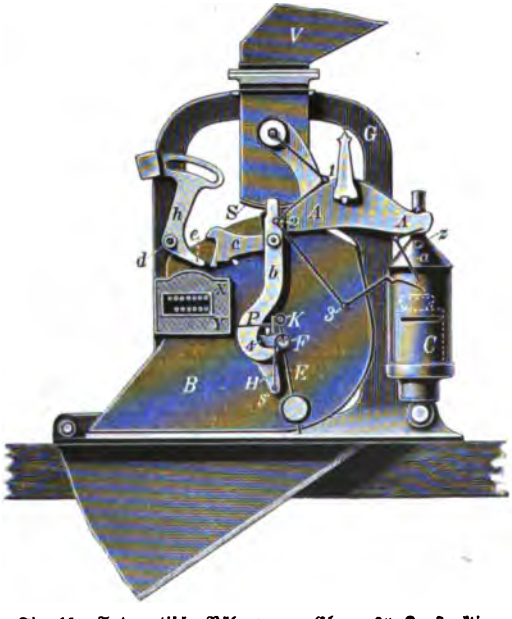


Fig. 15. Automatiſche Rübenwage „Chronos“, Konſtruktion.

gewicht an der Wage eingetreten iſt. Die Bewegung dieſes Pendels *E* wird mittelſt eines Armes *K* auf eine Zahnſtange *P* in gleichem Verhältnis zum Uebergewicht auf den unteren Zähler *Y* übertragen.

Die Rüben werden mittelſt Elevator durch den Rumpf *V* der Wage zugeführt. Die geöffnete Klappe *S* iſt durch das geſtreckte Kniegelenk 1, 2, 3 geſtützt. Sobald das Einheitsgewicht von 300, reſp. 400, reſp. 500 kg Rüben in die Schale *B* eingefüllt iſt, ſinkt letztere, der Anſchlag *x* ſtößt an den Winkelhebel *a*, löſt dadurch das Kniegelenk 1, 2, 3 aus, welches einſtürzt und die Klappe *S* ſchließt.

Die sich schließende Klappe *S* bringt den Fallhebel *h* zum Kippen um den Punkt *d*. Der Fallhebel *h* löst unter Vermittlung des Daumens *e* den Gefäßhaken *c*; dadurch kann das Gefäß *B* um die Drehschneiden *A* überkippen und seinen Inhalt entleeren. Sofort nach erfolgter Entleerung richtet sich das Gefäß *B* wieder auf, öffnet die Klappe *S* und bringt überhaupt sämtliche Mechanismen in ihre Anfangsstellung zurück. Die Zufuhr der Rüben kann nun von neuem erfolgen.

Um das genaue Gewicht der durch die Wage verwogenen Rüben zu erhalten, werden die beiden Zahlenreihen der Zählwerke addiert.

Die Zähler sowie der Additionsmechanismus sind durch einen verschließbaren Eisenmantel gegen unbefugte Eingriffe geschützt.

Die Wage „Chronos" ist bis jetzt die einzige automatische Wage, welche von der Normal-Eichungs-Kommission in Berlin zur Eichung zugelassen wird; dieselbe wird in den Fabriken, in denen sie der Verfasser besichtigt hat, ihrer exakten Arbeit wegen gelobt.

2. Die Rübenwage von Gebr. Böhmer in Neustadt-Magdeburg. Diese Wage, dargestellt in Fig. 16 und 17, ist ebenso, wie die vorige, in vielen Fabriken eingeführt und verrichtet ihre Arbeit ebenfalls vorzüglich. Die Verwiegung der Rüben mit derselben geschieht ganz in der Art, wie mit den alten Rübenwagen, d. h., nachdem der Wagekasten vom Elevator aus ungefähr mit dem für jede Verwiegung ein für alle Mal festgesetzten Gewichte (z. B. 500 Kilo) gefüllt worden ist, werden etwa zuviel hineingefallene Rüben von einem die Wage bedienenden Manne herausgenommen oder es werden, falls das im Kasten befindliche Gewicht noch nicht ausreicht, aus einem in der Nähe stehenden Vorratskorbe Rüben zugelegt. Die Wage ist also keine „automatische", sondern sie bedarf eines Bedienungsmannes; sie unterscheidet sich jedoch von den gewöhnlichen Wagen dadurch, daß der Verwieger den Kasten derselben niemals öffnen kann, ehe sie nicht mit dem richtigen Gewichte belastet ist, und denselben nicht wieder schließen kann, bevor derselbe nicht vollständig entleert ist. Die Erbauer geben nachstehende Beschreibung derselben:

Die Wage selbst ist eine Dezimalwage von gewöhnlicher Bauart. Auf die Brücke dieser Wage ist ein Kasten *K* zur Aufnahme der zu verwiegenden Rüben gestellt und die Klappe K^1 durch Stangen und Hebel mit dem Handgriff *H* derart verbunden, daß durch Bewegung desselben die Klappe geöffnet oder geschlossen werden kann. Ein zweiter

Handhebel H^1 dient zum Öffnen und Schließen des Auslaufſchiebers des Sammelrumpfes, deſſen Inhalt ſich beim Öffnen des Schiebers in den Wagekaſten entleert. Die beiden Handhebel ſind in ihrer Bewegung durch die Daumen D und D^1 derart von einander abhängig, daß der eine Verſchluß nur geöffnet werden kann, wenn der andere Verſchluß geſchloſſen iſt. In der gezeichneten Lage der Handhebel iſt der Schieber des Rumpfes geſchloſſen und der Handhebel zur Öffnung der Klappe des Kaſtens etwas nach vorn bewegt, ſodaß die Klappe

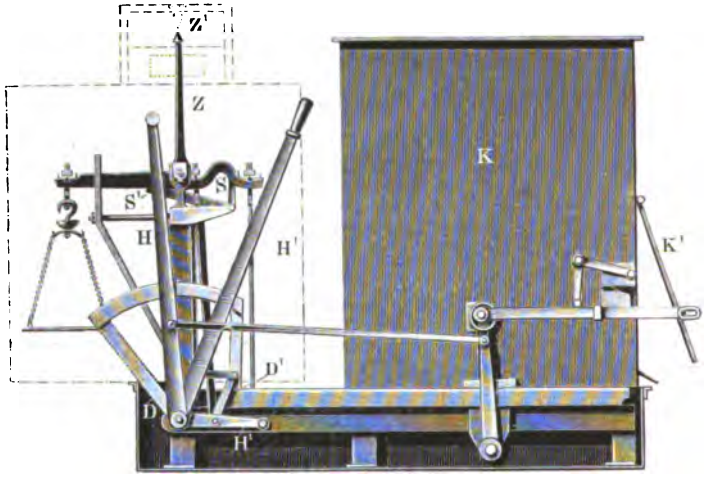


Fig. 16. Rübenwage von Gebr. Böhmer, Magdeburg-Neuſtadt, Seitenanſicht.

bereits etwas geöffnet iſt. In dieſer Lage hindert der Daumen D den Daumen D^1 und ſomit den Handhebel H^1 an der Bewegung. Der Schieber kann infolge dieſer Einrichtung erſt wieder geöffnet werden, wenn die Klappe K^1 wieder geſchloſſen iſt. Das Oeffnen dieſer Klappe kann aber nur erfolgen, wenn D^1 und H^1 in der gezeichneten Lage ſich befinden und ferner die Zeiger Z und Z^1 einſpielen, d. h. die Wage im Gleichgewicht iſt. Bis dahin verhindert das Sperrwerk S die Bewegung des Handhebels H. Ein zweites Sperrwerk S^1, welches mit erſterem in Verbindung ſteht, zwingt zur vollſtändigen Öffnung der Klappe K^1, ſodaß das Zurückhalten eines Teiles der Rüben nicht möglich iſt.

Die Anzahl der stattgehabten Wägungen wird durch zwei Zählapparate, welche unabhängig von einander arbeiten, angezeigt.

Auf die Gewichtsschale wird das dem abzuwiegenden Quantum entsprechende Gewicht gestellt und dann der den ganzen Wägemechanismus umgebende Schutzkasten verschlossen, sodaß nur die Handhebel zugängig bleiben.

Bei der Bedienung der Wage verfährt man wie folgt (s. umstehend Fig. 18, 19 u. 20):

Der Schieber am Sammelrumpf ist geöffnet, die Auslaufklappe des Wagekastens ist geschlossen. (Fig. 18.) $S H_1$ ist der Hebel zur Bewegung

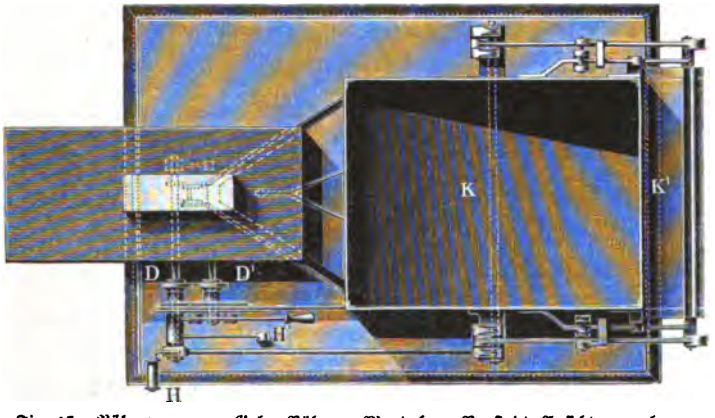


Fig. 17. Rübenwage von Gebr. Böhmer, Magdeburg-Neustadt, Ansicht von oben.

des Schiebers, $K H_1$ der Hebel zur Bewegung der Auslaufklappe. Der Wagekasten füllt sich durch Zulauf von Rüben aus dem Sammelrumpf bis zu einem bestimmten Gewicht. Durch diese Belastung des Kastens wird ein Gewicht ausgelöst, welches dann den festgestellten Wagebalken frei macht. Hierdurch geht der Zeiger aus der Lage *1* in die Lage *1a* und der Hebel $K H_1$ selbstthätig in die punktiert gezeichnete Lage $K H_1 a$ über. Dies ist ein Zeichen für den Arbeiter, daß er den Zeiger zu beobachten hat, weil bald darauf der Wagekasten voll belastet sein wird. Der Zeiger *1a* beginnt zu schwingen und der Hebel $S H_1$ ist in die Lage $S H_2$ (Fig. 19) umzulegen. Der Schieber ist dann geschlossen. Sobald nun der schwingende Zeiger in seine Mittellage, Fig. 19, tritt, ist der Hebel $K H_1 a$ (Fig. 18 u. 19) nach $K H_2$ (Fig. 20)

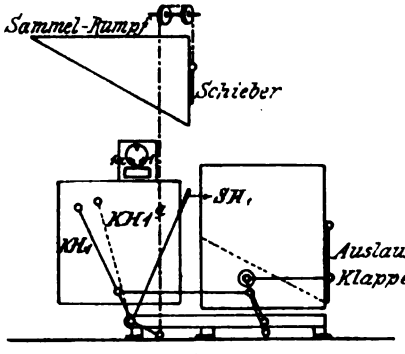


Fig. 18.

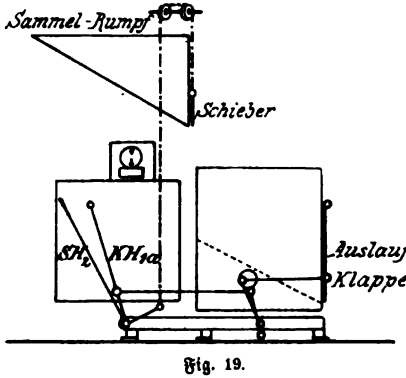


Fig. 19.

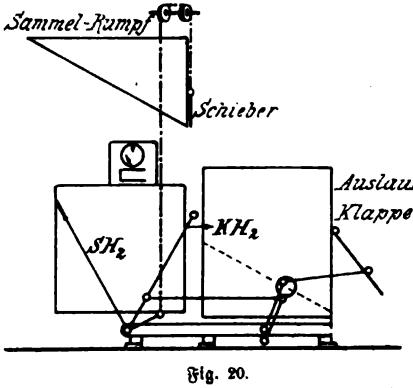


Fig. 20.

Schematische Darstellungen der Böhmer'schen Wage.

zu bewegen, wodurch die Auslaufklappe geöffnet wird. Der Kasten entleert sich von selbst.

Die Auslaufklappe wird geschlossen durch Zurücklegen des Hebels KH_2 in die Lage KH_1.

Der Schieber wird wieder geöffnet, wenn der Hebel SH_2 die Stellung SH_1 einnimmt.

Sollte der Schieber zu früh oder zu spät geschlossen sein, so sind zu wenig oder zu viel Rüben im Kasten und der Zeiger spielt nicht ein. In diesem Falle sind Rüben aus einem bereit zu haltenden kleinen Vorrat in den Kasten zu werfen oder aus demselben Rüben herauszunehmen, um den Zeiger zum Einspielen zu bringen, worauf der Hebel KH_1a nach KH_2 umzulegen ist.

Das Bewegen der Hebel ist nur in der vorgeschriebenen Reihenfolge bezw. bei einspielendem Zeiger möglich und deshalb ist jeder Versuch, die Hebel in anderer Weise zu bewegen, zu unterlassen.

Das Bewegen des Hebels KH aus seiner Lage KH_1 in die Lage KH_1a geschieht, wie oben bereits gesagt, selbstthätig. Das Bewegen des Hebels durch den Arbeiter würde ein zu frühes Auslösen des Wagebalkens zur Folge haben und darf deshalb nicht geschehen.

3. Die „Schönfelder'sche Wage" von G. Schönfelder in Breslau erwähnen wir nur kurz. Dieselbe ist in Fig. 12 und 13 in Verbindung mit dem Elevator dargestellt. Ihre Konstruktion beruht darauf, daß die im Wagekasten angebrachte, um die Axe *e* drehbare Klappe *a* nach Füllung desselben umschlägt und dadurch das Auslaufen des Inhaltes durch die Auslauföffnung *f* ermöglicht. Die Rüben fallen also (Fig. 13) in den mit *c* bezeichneten Raum, bis das betr. Gewicht erreicht ist, dann schlägt die Klappe um, der Inhalt von *c* fällt in die Schnitzelmaschine, der Raum *d* wird für die Aufnahme der Rüben geöffnet u. s. w.

Das regelmäßige Umschlagen der Klappe beruht darauf, daß dieselbe von einer Klinke (*b* in Fig. 12) so lange festgehalten wird, als die Wageschale *h* mit dem Gewicht den Wagebalken nach unten zieht. Sind so viel Rüben in den Wagekasten hineingefallen, daß die Schale sich hebt, wenn also der Kasten sich senkt, löst sich die Klinke *b* aus, und schlägt die Klappe um. Die Anzahl der Umschläge der Klappe wird durch ein Zählwerk angezeigt. So sinnreich und einfach diese Wage konstruiert ist, steht sie doch gegen die beiden vorher beschriebenen Apparate in ihrer Genauigkeit sehr zurück: es werden bei derselben immer noch Rüben nachfallen, wenn schon das zum Umschlagen der Klappe nötige Gewicht erreicht ist; diese nachfallenden Rüben werden nicht gewogen, die Wage wird demnach in der Regel ein zu niedriges Gewicht angeben.

Wenn es auch selbstverständlich ist, daß alle Apparate in einer Zuckerfabrik stets reinlich gehalten werden, so soll hier noch besonders darauf aufmerksam gemacht werden, daß dem Rübenkasten der Wage in dieser Hinsicht die größte Aufmerksamkeit geschenkt werden muß. In demselben setzen sich stets Unreinigkeiten (Blätter, Rübenteilchen, Nässe) ab, die regelmäßig entfernt werden müssen, sollen sie nicht bei jeder Wägung als Rüben verwogen werden. Ebenso muß die Wage so oft es die Zeit erlaubt von neuem tariert werden, weil das Gewicht des Rübenkastens derselben sich fortwährend ändert.

6. Das Schmutzwasser.

Das von der Schwemme und von den Wäschen ablaufende Wasser ist durch Erde und von den Rüben sich ablösende Teile, Blätter und Wurzeln, verunreinigt, außerdem aber enthält es gewisse Mengen

gelöster organischer Substanz, die an verletzten Stellen der Rübe in in das Wasser diffundiert. Ein großer Teil dieser organischen Substanz besteht aus Zucker.

Dieses Wasser ohne weiteres in den nächsten Fluß zu lassen ist, wie wir schon oben erwähnt haben, nicht immer angängig, da dieser sehr bald verschlämmen würde; man hat daher von je her neben den Zuckerfabriken sogenannte *Klär- oder Schlammbassins* angelegt, 1 bis 1,5 m tiefe Bassins, welche in einer Reihe liegen, sodaß das Wasser aus dem einen in das andere überläuft und sich so nach und nach klärt. Aber auch das so geklärte Wasser verursacht häufig Reklamationen seitens der Gewerbebehörden oder unterhalb liegender Privatleute, weil die in den Fluß gelangenden gelösten organischen Stoffe Pilzwucherungen hervorrufen, wenn nicht der Fluß ein sehr bedeutender ist.

Wie ebenfalls schon im ersten Abschnitte gesagt wurde, giebt es kein Verfahren, diese gelösten organischen Stoffe aus dem Wasser zu entfernen; die vielen bisher versuchten und vorgeschlagenen chemischen Mittel wirken sämtlich sehr unvollkommen. Besonders der *Zucker* ist es, der allen diesen Mitteln widersteht und gerade dieser ist ein *vorzügliches Nahrungsmittel für die im Wasser lebenden Pilze*, die wegen ihres Mangels an Chlorophyll Kohlensäure nicht assimilieren können. Den Zucker aber auf *chemischem Wege* aus diesen Wässern ausscheiden zu wollen, ist von vornherein ein vergebliches Beginnen.

Wir unterlassen es daher, die vielen verschiedenen Wasserreinigungsverfahren zu besprechen, besonders auch, weil eine derartige Besprechung über den Rahmen dieses Buches hinaus gehen würde.

Viele Fabriken nehmen teils, weil sie an Wassermangel leiden, teils, um unangenehmen Verwickelungen aus dem Wege zu gehen, das geklärte Wasser in die Schwemme zurück, indem sie in der schon oben beschriebenen Weise die Klärung in besonderen, *hoch liegenden* Bassins vornehmen und in die Schlammteiche nur den eigentlichen Schlamm ablassen oder indem sie das geklärte Wasser aus dem letzten Teiche in die Fabrik zurückleiten und dort hoch pumpen.

Um dabei eine rasche Sedimentierung zu bewirken und einem Sauerwerden des Wassers vorzubeugen, wird dasselbe continuierlich mit Kalkmilch versetzt, wozu das *Liesenberg'sche Wasserrad* sich sehr gut eignet. Dasselbe ist ein unterschlächtiges eisernes Schaufelrad von etwa $1\frac{1}{2}$ m Durchmesser, an welchem beiderseitig je sechs Schöpf-

kästen angebracht sind. Dasselbe wird so in den Abflußkanal eingesetzt, daß es durch das laufende Wasser in fortwährende Drehung versetzt wird, wobei die Schöpfkästen aus einem passend angebrachten Gefäße immerzu Kalkmilch schöpfen und diese dann durch eine dahinter liegende Rinne in den Kanal ausgießen.

Wer genügendes Terrain dazu hat, läßt das geklärte Wasser sich noch auf einer möglichst großen Acker- oder Wiesenfläche ausbreiten, wo es durch den Einfluß der Luft schließlich so gereinigt wird, daß es auch zu den meisten anderen Operationen in der Fabrik Verwendung finden kann.

Anstatt zweier oder dreier großer Schlammteiche legt man besser eine große Anzahl kleinerer an, von denen jeder nur den Schlamm von höchstens einer Woche aufnimmt, und setzt jeden außer Thätigkeit, sobald er gefüllt ist. Um dies zu können, führt man den Kanal für den Schlammablauf aus der Fabrik an allen diesen Bassins entlang und ebenso den Kanal für den Ablauf des geklärten Wassers.

Diese Einrichtung hat den Zweck, die Verderbnis des Wassers möglichst zu verhindern. Da der Schlamm stets Teile der Rüben enthält, beginnt er bald nach seiner Ablagerung zu faulen und überträgt diese Fäulnis selbstverständlich auch auf das über ihm stehende Wasser. Je kürzer also die Zeit ist, während welcher der Schlamm mit dem Wasser in Berührung ist, desto besser ist es für letzteres. Es soll aber hier wieder darauf hingewiesen werden, daß die Diffusions- und Schnitzelwässer stets der Schwemme fern gehalten werden werden sollten, weil diese ihres verhältnismäßig hohen Eiweiß- und Zuckergehaltes wegen außerordentlich zur Fäulnis neigen.

Zweites Kapitel.

Die Saftgewinnung.

Im Jahre 1892 ist die letzte hydraulische Presse aus deutschen Zuckerfabriken verschwunden, nachdem schon alle anderen Saftgewinnungsmethoden Jahre früher aufgegeben worden waren. Ueberall arbeitet man jetzt nur noch nach dem von J. Robert in Seelowitz erfundenen und in der Kampagne 1864/65 zum ersten Male als fertiges Verfahren durchgeführten Diffusions-Verfahren. Auch in den außerdeutschen Rübenzuckerländern ist nur noch dieses im Gebrauche, so daß wir hier auf eine Besprechung der alten Methoden (hydraulische Pressen, Walzenpressen, Centrifugen, Maceration) verzichten können.

I. Erklärung der Diffusionsvorgänge.

1. Die Diffusion.

Die Diffusion ist ein Bewegungsvorgang von Molekülen, bei welchem diese eine Ortsveränderung erfahren, ohne daß ein mechanischer Anstoß erfolgt wäre und ohne daß chemische Kräfte dabei mitwirken. Er tritt immer ein, wenn Massen tropfbar flüssiger Körper verschiedener Art, die chemisch nicht aufeinander wirken, ohne gemischt zu werden in unmittelbare Berührung kommen.

Je nachdem zwei Flüssigkeiten unmittelbar, oder durch eine zwischen beiden befindliche, mit Wasser getränkte Membran ineinander diffundieren, unterscheidet man freie Diffusion und Membrandiffusion, bei denen im allgemeinen dieselben Vorgänge stattfinden, bei letzterer aber durch die Beschaffenheit der Membran beeinflußt werden.

Der Saft der Rübe ist in Zellen eingeschlossen, jede einzelne Zelle ist von einer Membran umhüllt. Indem wir den Saft durch Diffusion gewinnen wollen, handelt es sich für uns um Vorgänge der Membrandiffusion.

Bei dem Vorgange der Membrandiffusion wirken eine Reihe verschiedener Bedingungen. Es sind dies die folgenden:

1. Die gegenseitigen Anziehungskräfte der Moleküle.
2. Das Auffaugungs- oder Quellungsvermögen der Membran.
3. Das Durchlässigkeits- oder Filtrationsvermögen der Membran.
4. Spezielle Eigenschaften der einzelnen Arten der Moleküle.
5. Die Temperatur der Flüssigkeit.

2. Die Anziehungskraft oder das Attraktionsvermögen der Moleküle.

Alle Körper, welcher Art sie auch sein mögen, bestehen aus unmeßbar kleinen, gleichartigen Molekülen, die ihrerseits entweder aus gleichen oder aus verschiedenen Atomen zusammengesetzt sind. Jedes der Moleküle erfüllt einen bestimmten Raum und übt auf sein Nachbarmolekül, und auf seine benachbarten Moleküle, bestimmte Anziehungskräfte aus. Diese Anziehungs- oder Attraktionskräfte gleichartiger Moleküle sind verschieden groß und diese Größe bedingt den Zustand der aus Molekülen zusammengesetzten Materie.

Ist diese Anziehungskraft so groß, daß die Teile der Materie sich schwer von einander trennen lassen, daß die durch irgend eine Kraft bewegten Moleküle nur um ihre Gleichgewichtslage Schwingungen ausführen können, so haben wir es mit einem festen Körper zu thun.

In einem flüssigen Körper sind die Anziehungen der Moleküle weit geringer, die Flüssigkeit läßt sich mit Leichtigkeit in beliebig kleine Teilchen zerlegen, ihre in Bewegung befindlichen Moleküle können ihren Raum in der Flüssigkeit verlassen, können fortschreitende Bahnen durchlaufen, befinden sich in labiler Gleichgewichtslage.

Bei den gasförmigen Körpern hört die gegenseitige Anziehung der Moleküle ganz auf, sie bewegen sich in unbegrenzten Bahnen und würden sich im Weltall zerstreuen, wenn sie nicht durch die Anziehungskraft der Erde zurückgehalten würden.

Wird so die Beschaffenheit, oder der Aggregatzustand, der Materie durch die Anziehung gleichartiger Moleküle bedingt, so bestehen ferner

Attraktionskräfte zwischen verschiedenartigen Molekülen, die entweder zur Umlagerung ihrer Atome und zur Bildung neuer Verbindungen, neuer Moleküle, führen können, oder die nur die räumliche Annäherung verschiedenartiger Moleküle herbeiführen. Moleküle fester Körper können Moleküle flüssiger oder gasförmiger Moleküle anziehen und sie so fest binden, daß ihre flüssige und gasige Eigenschaft nicht mehr wahrnehmbar ist. Moleküle von Flüssigkeiten können Moleküle fester oder gasförmiger Materien durch ihre Anziehungskraft so an sich fesseln, daß auch diese ihre Grundeigenschaft verlieren, daß sie mit den Molekülen der Flüssigkeit eine flüssige Materie bilden, die man dann als Lösung bezeichnet.

In solchen Lösungen besteht Attraktion der Moleküle der gelösten Materie und der lösenden Materie, ferner Attraktion zwischen den Molekülen der gelösten Materie unter sich und endlich Attraktion zwischen den Molekülen der lösenden Materie. Alle die gegenseitigen Anziehungen verursachen eine gleichförmige Lage der verschiedenen Arten der Moleküle, eine symmetrische Verteilung der einzelnen Moleküle im Raume, die so lange erhalten bleibt, bis von außen neue Anziehungskräfte hinzukommen, die die Gleichgewichtslage der einzelnen Moleküle stören und so einen, zu einer Umlagerung der Moleküle führenden Bewegungsvorgang hervorrufen.

Ein solcher Bewegungsvorgang tritt ein, wenn z. B. eine Lösung irgend eines Körpers mit irgend einer anderen Flüssigkeit, also im einfachsten Falle mit Wasser, überschichtet wird. An der Berührungsfläche machen sich die Anziehungskräfte der neu hinzugekommenen Wassermoleküle auf die anderen Moleküle der Lösung, nennen wir sie Zuckermoleküle, geltend. Infolgedessen wird das vorher vorhandene Gleichgewicht der Anziehungskräfte gestört, die Zuckermoleküle verlassen ihren Platz, dem Zuge der neuen Wassermoleküle folgend und treten über die Grenzschicht hinaus, in die Wasserschichten ein, während gleichzeitig Wassermoleküle zu der Lösung hinübertreten. Hiermit ist aber die vorige symmetrische Lagerung der verschiedenen Moleküle in der Lösung gestört, es findet eine Umlagerung sämtlicher Moleküle statt. Gleichzeitig üben die hinzugekommenen Wassermoleküle immer neue Anziehungen auf die Zuckermoleküle aus, es wiederholt sich daher beständig die Umlagerung der Moleküle und diese findet erst ihr Ende, wenn alle Anziehungskräfte zwischen den Molekülen des übergeschichteten Wassers und der Lösung ausgeglichen sind und eine in sich gleichartige Lösung entstanden ist.

Nimmt man dann z. B. die Hälfte der Lösung fort und schichtet man über den zurückbleibenden Teil, ohne dabei eine wahrnehmbare Bewegung zu verursachen, eine gleiche Menge von Wasser, so wiederholt sich derselbe Vorgang wie vorher. Zunächst an der Grenzschicht, dann durch die ganze Masse der Flüssigkeit, werden sich gegenseitige Anziehungen geltend machen, die zu einer Wanderung von Zuckermolekülen in die Wasserschicht und von Wassermolekülen in die Lösung führen. Die Wanderung findet ihr Ende mit dem schließlichen Ausgleiche der Anziehungskräfte.

Teilt man von neuem die Flüssigkeit und überschichtet man sie wieder mit Wasser, und wiederholt man dasselbe genügend oft, so wird schließlich der Zucker bis auf das letzte Molekül in die Wasserschichten übergehen.

Diesen, durch gegenseitige Anziehungskräfte der Moleküle von Flüssigkeiten bewirkten Bewegungsvorgang bezeichnet man als Diffusion.

3. Das Aufsaugungs- oder Quellungsvermögen der Membran.

Bringt man eine Membran irgend welcher Art, z. B. am einfachsten ein Stück vom Darme oder von der Harnblase eines Tieres, in trockenem Zustande in Wasser, so vergrößert sich das Volum derselben bedeutend, und zwar vorzugsweise in der Richtung der Dicke. Die Membran quillt in Wasser, sie besitzt Quellungs- oder Imbibitionsvermögen. Sie nimmt dabei bedeutende Mengen von Wasser auf, das Mehrfache ihres Gewichtes, und hält das Wasser so fest gebunden, daß es ihr auf mechanischem Wege, durch Druck nicht mehr zu entziehen ist. Das Wasser ist dabei in die Substanz der Membran aufgenommen und wird von derselben durch Anziehungskräfte festgehalten.

Sehen wir von jedem feineren Baue der Membran ab, so können wir sie uns im trockenen Zustande als eine dichte Aneinanderlagerung von gleichartigen Molekülen oder Molekülverbänden, Micellen genannt, vorstellen, die gegenseitig Anziehungskräfte aufeinander ausüben. Kommen diese Micellen mit Wasser in Berührung, so wirkt die Anziehungskraft der Membranmoleküle auf die Moleküle des Wassers, jedes Membranmicell umgiebt sich mit einer Anzahl von Wassermolekülen, umhüllt sich mit einer Wasserschicht.

Durch die Aufnahme von Wasser müssen die Membranmicellen aus ihrer ursprünglichen Lage gerückt werden, da die Wasserschichten einen gewissen Raum beanspruchen, die Membran vergrößert daher beim Quellen ihr Volum. Die Anziehungskräfte der Membranmicellen gegen die Wassermoleküle sind so groß, daß sie jeden künstlich hervorzubringenden Druck übertreffen. Eine Trennung beider ist nur dadurch zu ermöglichen, daß man das Wasser unter Mitwirkung einer Kraft, welche im stande ist, die von den Membranmicellen ausgeübte Kraft zu überwinden, durch Wärme, in eine andere Aggregatform, in Dampf, verwandelt.

Mit dem Auseinanderrücken der Membranmicellen und der Einlagerung der Wasserschichten entstehen in der gequollenen Membran zahllose feinste Kanäle, die die ganze Membran durchsetzen. Dabei darf man sich eine solche Membran aber nicht wie einen voll Wasser gesogenen porösen Körper denken, da die Kanäle unendlich viel feiner und enger sind, als die Zwischenräume in den gewöhnlichen porösen Körpern. Sie sind in Wirklichkeit so fein, daß sie selbst bei den stärksten Vergrößerungen, über welche wir mittels des schärfsten Mikroskops gebieten, für das Auge nicht wahrnehmbar zu machen sind. Ihr Vorhandensein kann nur aus dem Verhalten der imbibierten Membran gefolgert werden.

4. Das Filtrationsvermögen der Membran.

Denkt man sich eine gequollene Membran auf der einen Seite mit Wasser umgeben, so wird sie das Wasser nicht durch sich hindurchfließen lassen, weil die einzelnen Schichten der Wassermoleküle in der Membran von den Membranmicellen so fest angezogen werden, daß sie die zwischen den Membranmicellen befindlichen Räume vollständig erfüllen. Wirkt aber eine weitere Kraft, ein Druck, auf das die Membran einseitig umgebende Wasser, so braucht dieser Druck nur genügend groß zu sein, um eine Verschiebung der die Membranmicellen umgebenden Wasserschichten zu bewirken, um Wasser durch die Membran hindurchdringen zu lassen, weil neue Wassermoleküle an die Stelle der verschobenen treten, auf welche dann die Membranmicellen ihre Anziehungskraft geltend machen. Sobald dieser Druck nur um etwas größer ist als die Differenz der Anziehungskraft, welche zwischen den Micellen der Membran und ihren Wasserschichten, im Vergleiche zu

der ihr unmittelbar benachbarten Wasserschicht, besteht, muß daher ein Durchdringen von Wasser durch die Membran stattfinden. In diesem Sinne ist jede Membran filtrationsfähig.

Ein gleiches wird eintreten, wenn die Membran auf der einen Seite von Wasser, auf der andern Seite von einer anderen Flüssigkeit umgeben ist, und wenn Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen auf der einen Seite der Membran und den Flüssigkeitsmolekülen auf der anderen Seite bestehen. Sind diese Kräfte groß genug, um den Filtrationswiderstand der Membran zu überwinden, oder mit anderen Worten, vermögen sie dasselbe zu bewirken, wie vorher der Druck, können sie die Wasserschichten der Membranmicellen verschieben, so werden Wassermoleküle durch die Membran zu der auf der anderen Seite befindlichen Flüssigkeit wandern, oder es werden Moleküle jener Flüssigkeit durch die Membran zum Wasser gehen. Das eine oder das andere wird geschehen je nach der Größe der Anziehungskräfte, welche auf der einen oder der anderen Seite walten.

5. Einfluß spezieller Eigenschaften der Moleküle.

Wenn wir auch über Gestalt und Form der Moleküle nichts wissen, so kann doch mit Sicherheit behauptet werden, daß die nicht gasförmigen Moleküle verschiedene Größe besitzen. Denken wir uns nun wieder eine Membran auf der einen Seite von einer Flüssigkeit umgeben, deren Moleküle kleiner sind als die Schichten von Wasser, welche in der Membran die Membranmicellen umhüllen, so werden diese, wenn die auf der andern Seite der Membran befindlichen Wassermoleküle durch ihre Anziehungskraft einen Zug auf sie ausüben, mit Leichtigkeit durch die Kanäle der Membran hindurchgehen können, Sind dagegen die Flüssigkeitsmoleküle größer, als der Weite der Kanäle in der Membran entspricht, so werden sie nicht durch die Membran hindurch können, sie werden, wie auf einem Siebe, vor derselben liegen bleiben. Anderseits werden die Wassermoleküle, wenn sie von den großen Molekülen angezogen werden, durch die Membran zu jener Flüssigkeit gehen können.

Die Moleküle der verschiedenen Körper verhalten sich daher in hohem Maße ungleich. Die einen gehen leicht durch imbibierte Membranen, sie sind *diffundierbar*, die anderen besitzen dieses Vermögen nicht, sie sind *undiffundierbar*.

Das Diffusionsvermögen hängt mit einer anderen Eigenschaft der Materie eng zusammen. Alle solche Körper, welche krystallisierbar sind, oder krystallisierende Verbindungen eingehen, sind diffundierbar, während alle solche Körper, welche nicht krystallisieren und keine krystallisierbaren Verbindungen bilden, schwer oder gar nicht diffundieren. Diffundierbar sind z. B. Zucker, die meisten Salze u. s. w., schwer diffundierbar Eiweiß, Gummi, Schleim u. s. w. Das Diffusionsvermögen gewährt daher ein Mittel, solche Körper von einander zu trennen.

Bei den diffundierbaren Körpern ist aber das Diffusionsvermögen wieder ungleich groß. Unter sonst gleichen Umständen wandert in der Zeiteinheit eine größere Menge des einen Körpers durch die Membran, als von einem anderen. So gehen z. B. gewisse Salze in größerer Menge, als Zucker in der Zeiteinheit durch eine Membran hindurch. Auch dies Verhalten ist zur Trennung beider benutzt worden.

6. Einfluß der Temperatur.

Die Geschwindigkeit, mit welcher Körper durch die Membran wandern, wird weiter beeinflußt durch die Temperatur. Bei niederer Temperatur erfolgt die Diffusion unter allen Umständen langsam, ihre Geschwindigkeit steigt mit zunehmender Wärme bis zu einem gewissen nicht zu übersteigenden Wärmegrade. Für verschiedene Körper ist die Aenderung, welche ihre Diffundierbarkeit durch Veränderung der Temperatur erleidet, verschieden. Vielleicht existiert für jeden einzelnen Körper ein Temperaturoptimum, welches sein Diffusionsvermögen am meisten begünstigt.

In der lebenden Pflanzenzelle bringt eine Temperaturerhöhung noch weitere die Diffusion günstig beeinflussende Veränderungen hervor. Bringt man z. B. einen dünnen Schnitt einer Zuckerrübe, den man durch Abspülen mit Wasser von dem äußerlich anhaftenden Safte befreit hat, in kaltes Wasser, so tritt kein Zucker in das Wasser über. Der Zucker verhält sich daher hier wie ein nicht diffundierbarer Körper. Erwärmt man aber das Wasser mit dem Rübenschnitte auf etwa 50° C., so beginnt sofort die Diffusion des Zuckers und setzt sich auch gleichmäßig fort, wenn der Rübenschnitt aus dem warmen in kaltes Wasser übertragen wird. Der Zucker bleibt bei der Erwärmung völlig un-

verändert. Wenn er aber nach der Erwärmung aus der Zelle austreten kann, was ihm vorher verwehrt war, so muß eine Veränderung in der Zelle vorgegangen sein.

In der Zelle liegt, dicht an die Innenwand ihrer Membran gelagert, eine zweite Schicht, das Protoplasma. Obwohl aus anderer Materie bestehend, ist das Protoplasma doch ähnlich organisiert wie die Membran. Es wird aus mit Wasserschichten umgebenen Protoplasmamicellen gebildet, in denen aber die Wasserkanäle noch weit feiner sind, als in der Membran. Um einen groben Vergleich zu gebrauchen, so verhält sich das Protoplasma zu der Membran wie ein sehr feines Sieb zu einem gröberen. Denkt man sich ein solches feines Sieb auf ein gröberes gelegt, so werden Körner, deren Größe dem Durchtritte durch das größere Sieb kein Hindernis bereiten würde, nunmehr nicht hindurchpassieren können. Die Zuckermoleküle verhalten sich wie jene Körner. Ihre Größe gestattet ihnen den Durchtritt durch die Membran, sie sind aber zu groß, um die engeren Kanäle des lebenden Protoplasmas zu durchsetzen.

Durch die Erwärmung wird das Protoplasma getötet und in seiner Struktur völlig verändert. Es bietet dann den Zucker-, und sonstigen Molekülen kein Hindernis mehr, das feine Sieb ist zerrissen, durchlöchert.

7. Diffusion zusammengesetzter Lösungen.

In den Pflanzenzellen ist nicht, wie bislang der Einfachheit halber angenommen, eine aus gleichartigen Molekülen bestehende Flüssigkeit enthalten, sondern, insbesondere in unserer Rübenzelle, eine Lösung von Zucker, Salzen, Eiweiß u. s. w. in Wasser. Wir haben es daher hier mit verschiedenartigen Molekülen, mit Wasser-, Zucker-, Salz-, Eiweißmolekülen zu thun. Zur weiteren Vereinfachung der Betrachtung sei vorläufig von letzteren abgesehen und es bestehe für uns der Zellsaft nur aus in Wasser gelöstem Zucker. In einer solchen Lösung sind, wie oben gezeigt, alle Moleküle symmetrisch verteilt, an jeder Stelle finden sich so viel Wasser- und Zuckermoleküle wie an der anderen.

Dabei üben die Zuckermoleküle bestimmte Anziehungskräfte auf die Wassermoleküle aus, und ebenso ziehen die Wassermoleküle die Zuckermoleküle an, die Zuckermoleküle sind untereinander durch Attraktionskräfte gebunden und ebenso stehen alle Wassermoleküle unter dem Einflusse

ihrer gegenseitigen Anziehungen. Aber bei der gleichförmigen Verteilung aller Moleküle sind alle Anziehungskräfte ausgeglichen, es findet ein vollständiges Gleichgewicht der Kräfte statt.

Wird die mit einer solchen Lösung gefüllte Zelle in Wasser gebracht, und zwar zunächst in eine beschränkte Menge von Wasser, so wird sofort das in der Lösung vorher waltende Gleichgewicht der Kräfte gestört. Zu den vorhandenen Anziehungskräften der Wassermoleküle der Lösung addieren sich die Anziehungskräfte der außerhalb der Zelle befindlichen Wassermoleküle hinzu. Sind diese groß genug, um den Widerstand der Membran zu überwinden, so werden sie einen Teil der Zuckermoleküle veranlassen, durch die Membran hindurch zu gehen und sich zu den außerhalb der Zelle befindlichen Wassermolekülen zu begeben.

Diese Anziehungskraft der außerhalb befindlichen Wassermoleküle auf die innerhalb befindlichen Zuckermoleküle wird sich so lange geltend machen, bis die in der Zelle enthaltenen Zuckermoleküle von den darin befindlichen Wassermolekülen mit gleicher Kraft wie von den äußeren Wassermolekülen angezogen werden, und dieses wird eintreten, sobald die Kraft, mit welcher die Wassermoleküle von den Zuckermolekülen im Innern und außerhalb der Zelle angezogen werden, gleich geworden ist, oder, was dasselbe ist, sobald innerhalb und außerhalb der Zelle eine gleiche Zahl von Wassermolekülen auf je ein Zuckermolekül kommt, oder, was wieder dasselbe ist, bis die Lösung im Innern und außerhalb der Zelle gleichen Gehalt angenommen hat.

Während so einerseits die außerhalb der Zelle befindlichen Wassermoleküle einen Zug auf die innerhalb befindlichen Zuckermoleküle ausüben, wirken letztere aber auch gleichzeitig anziehend auf die äußeren Wassermoleküle und veranlassen diese in das Innere der Zelle einzutreten, so daß ein doppelter Strom nach zwei Richtungen sich ergießt, die Zuckermoleküle wandern aus der Zelle aus, Wassermoleküle treten ein. Hiernach hat man den Vorgang der Diffusion auch als Endosmose und Exosmose bezeichnet.

Der Diffusionsstrom erreicht, wie wir gesehen haben, sein Ende, wenn auf beiden Seiten der Membran wieder Gleichgewicht der Anziehungen der verschiedenen Arten der Moleküle eingetreten ist. Denken wir uns nun aber die Zelle in eine unendlich große Menge von Wasser gebracht, oder denken wir sie uns von immer erneuten Mengen von

Wasser umspült, so ist es klar, daß dann sich immer neue Anziehungskräfte geltend machen, und daß unter dem Einflusse dieser endlich alle Zuckermoleküle aus der Zelle auswandern und in das umgebende Wasser übertreten werden.

Auf ganz gleiche Weise, wie hier die Zuckermoleküle, verhalten sich auch die Moleküle der übrigen im Safte enthaltenen Körper, die Salze, das Eiweiß u. s. w. Soweit sie diffundierbar sind, folgen sie dem Zuge der außerhalb befindlichen Wassermoleküle; so weit sie nicht diffundierbar sind, veranlassen sie einen einseitigen Eintritt von Wassermolekülen, so daß, wenn die Zelle immer mit neuen Mengen von Wasser zusammengebracht wird, schließlich ein Zustand eintreten wird, in welchem alle diffundierbare Substanz die Zelle verlassen haben wird.

In gewissem Sinne verhält sich daher die Flüssigkeit des Zellinhaltes auf ganz gleiche Weise, wie wir es oben bei der mit Wasser überschichteten Flüssigkeit gesehen haben, jedoch tritt für gemischte Lösungen noch ein besonderer Umstand hinzu. Für die Verhältnisse der Zuckerfabrikation, d. h. also für Membrandiffusion, hat Herzfeld nachgewiesen*), daß die verschiedenen Körper in Mischung ihre Durchgangsfähigkeit durch die Membran gegenseitig beeinflussen; durch die verschiedenen Salze, welche zu den Versuchen verwendet wurden, wurde stets das osmotische Aequivalent des Zuckers, auf reinen Zucker bezogen, verringert, ebenso auch durch den Einfluß des Zuckers das des schwefelsauren und des Chlorkaliums, dagegen wurde das des salpetersauren Kaliums und mehr noch das des Asparagins durch den Zucker vermehrt; alles bei einer Temperatur von 20° C. Bei höherer Temperatur (60° C.) zeigte sich die Diffusionsgeschwindigkeit bei allen Körpern erhöht, und zwar für Zucker mehr als für alle anderen Stoffe, sodaß man also überall da, wo man ein zuckerreiches und salzarmes Diffusat erzielen will, wie bei der Diffusion der Rüben, möglichst warm, und da, wo man möglichst viel Salze aus einer Zuckerlösung entfernen will, wie bei der Zuckergewinnung aus Melasse durch Osmose, kälter arbeiten muß.

8. Diffusion von Zelle zu Zelle.

Bislang haben wir nur die einzelne Zelle ins Auge gefaßt, aus der gewonnenen Erkenntnis können wir aber folgern, daß ganz gleiche

*) Rümpler, Nichtzuckerstoffe, S. 422.

Verhältnisse eintreten werden, wenn zwei, drei, zehn, hundert Zellen unmittelbar aneinander gelagert sind. Der Inhalt einer jeden ist von dem der anderen durch die Membran getrennt, anfangs ist der Inhalt in allen Zellen von gleicher Beschaffenheit, im Innern einer jeden Zelle herrscht Gleichgewicht aller Anziehungen.

Wird eine solche Zellenmasse in Wasser gebracht, so tritt zunächst der Diffusionsvorgang zwischen der äußersten Zellreihe und dem Wasser ein. Hierdurch erhält der Zellinhalt der ersten Zellreihe eine andere Zusammensetzung, als der der zweiten Reihe, der der ersten wird wasserreicher, als der der zweiten. Der der ersten Reihe verhält sich dann zu der der zweiten genau so, wie das äußere Wasser zum Inhalte der ersten. Zucker-, Salz- u. s. w. Moleküle der zweiten Zellreihe diffundieren in den Inhalt der ersten, während diese ihre Bestandteile an das Wasser abgiebt. Durch diese Veränderung der Beschaffenheit des Inhaltes der zweiten Zellreihe tritt der Diffusionsstrom zwischen dieser und der dritten ein. Die dritte Zellreihe giebt einen Teil ihrer Bestandteile an die zweite ab, diese an die erste, diese an das umgebende Wasser. Und so wandern die diffundierbaren Inhaltsstoffe von einer Zelle zur anderen, um endlich in das Wasser überzugehen.

Selbstverständlich wird um so viel mehr Zeit zu diesem Wege verbraucht werden, je mehr Zellen nebeneinander gelagert sind und je weiter die entfernteste von dem umgebenden Wasser abliegt, da die in der hundertsten Zelle enthaltenden Stoffe einen hundertfach weiteren Weg zurückzulegen haben, als die der ersten Reihe, um zu dem Wasser zu gelangen. Um die hierzu erforderliche Zeit so weit wie möglich zu verkürzen, sorgt man beim Betriebe der Zuckerfabrikation dafür, daß die einander benachbarten Zellreihen nicht zu zahlreich sind und erreicht dies dadurch, daß man die Rüben in feine Schnitzel verwandelt, die, von allen Seiten von Wasser umspült, die einzelnen Zellreihen in möglicht nahe Berührung mit dem Wasser kommen lassen. Diese Zerkleinerung der Rüben geschieht in der Schnitzelmaschine, welche wir nunmehr besprechen werden.

II. Ausführung des Diffusionsverfahrens.

1. Das Schneiden der Rüben.

Zur Herstellung der Rübenschnitzel dienen Maschinen, welche den seit langer Zeit zur Zerkleinerung der Futterrüben dienenden Vor-

richtungen nachgebildet, aber wesentlich vervollkommnet sind. Die am häufigsten angewandten Schneidemaschinen bestehen in ihrem Hauptteile in einer runden eisernen Scheibe von 1,5 bis 2 m Durchmesser, welche in ihrem Mittelpunkte auf einer drehbaren, vertikal stehenden Welle aufgekeilt ist. In die Scheibe sind, je nach ihrer Größe, sechs, acht, zehn oder zwölf Messerkasten so versenkt, daß die Fläche derselben mit der Fläche der Scheibe zusammenfällt. Diese Messerkasten entsprechen in ihrer Anordnung einem Schreinerhobel, bei dem die untere Fläche mit dem hervorragenden Messer aufwärts gerichtet ist. Werden die Rüben unter einem gelinden Drucke an die sich drehende Scheibe gepreßt, so werden die in der Scheibe befestigten Hobel Späne von denselben abschneiden, deren Gestalt der Form des Messers und deren Stärke von der Öffnungsweite zwischen dem Messer und der Fläche des Hobels abhängig ist. Zur Zuführung der Rüben und zur vorläufigen Sammlung der Schnitzel ist die Scheibe rings von einem Gehäuse umgeben, dessen Deckplatte sich dicht an die Scheibe anlegt. In der Deckplatte ist an einer bestimmter Stelle eine weitere Öffnung ausgespart und über dieser erhebt sich ein 150 cm hoher Rumpf, in den die gewaschenen Rüben aus der Wage oder, wo eine solche nicht vorhanden ist, aus der Schurre des Rübenelevators hineinfallen. Der Rumpf ist während des Betriebes immer mit Rüben gefüllt zu erhalten, um durch deren Gewicht die zu unterst im Rumpfe befindlichen mit dem nötigen Drucke gegen die Schneidescheibe zu pressen.

Die Scheibe erhielt früher eine sehr große Geschwindigkeit, bis zu 150 Umdrehungen in der Minute. Es hat sich jedoch erwiesen, daß die Schnitzel bei so schneller Drehung wenig gleichmäßig ausfallen; es entsteht durch die Lageveränderungen, welche die Rüben dabei erleiden, Häcksel oder Mus. Solche schlecht geschnittenen Rüben geben aber ihren Zucker nicht an den Saft ab oder, wie man sich technisch ausdrückt, sie laugen nicht aus. Man ermäßigt daher gegenwärtig die Drehung der kleineren Scheiben auf 120 und erreicht bei großen Scheiben von 2 m Durchmesser sogar die erwünschte Leistungsfähigkeit mit 60 Umdrehungen in der Minute.

Unterhalb der Scheibe bildet das Gehäuse einen Behälter, in welchem die Schnitzel vorläufig gesammelt werden, um dann durch einen rotierenden Flügel, den Ausräumer, einer unten befindlichen Öffnung und durch diese einem Auslaufrumpfe zugeführt zu werden.

Von da werden dieſelben entweder mit einem Wagen oder heute faſt überall mittelſt Schnitzeltransporteur den Diffuſionsgefäßen zugeführt.

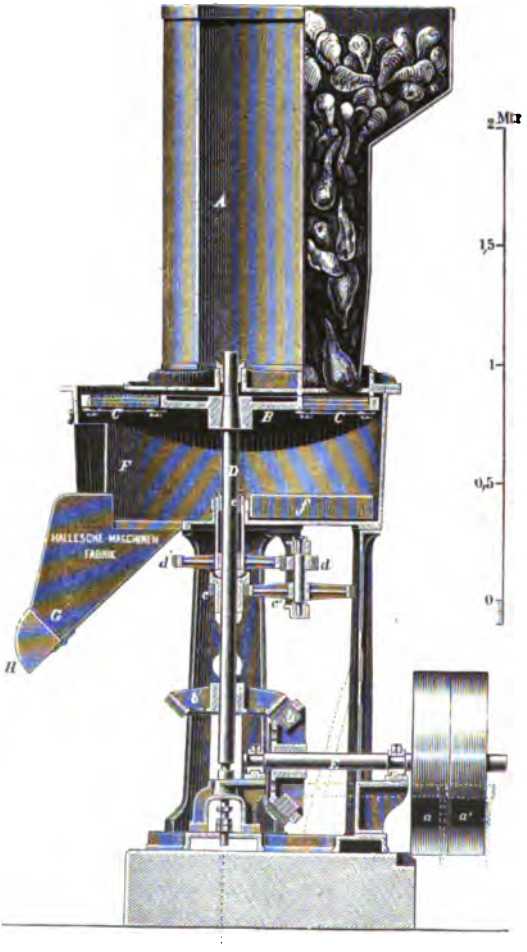


Fig. 21. Schnitzelmaſchine älterer Konſtruktion.

In Fig. 21 iſt *A*, der Trichter zum Zuführen der Rüben, der ſog. Rumpf, *B* die Schneidſcheibe mit den Meſſerkaſten *C*. Die Scheibe iſt feſt auf die Welle *D* aufgekeilt, letztere erhält ihre Be-

wegung von der Horizontalwelle *E*, deren Antriebs- und Leerscheibe *aa'* ist. Auf der Welle *E* ist das konische Zahnrad *b* aufgezogen, welches mit dem auf der Welle *D* befindlichen Rade *b'* in Eingriff steht. Die Welle *D* trägt außerdem ein kleines Zahnrad *c*, dieses greift in ein Rad *c'* ein, welches auf einer kurzen Welle sitzt, und über diesem Rade *c'* befindet sich auf derselben Welle ein kleines Zahnrad *d*, welches wieder im Eingriffe mit dem größeren Rade *d'* steht. Das Zahnrad *d'* ist am unteren Ende eines über die Welle *D* geschobenen Muffs *e* befestigt, der den Auswerfer *f* bewegt. Durch dieses doppelte Vorgelege dreht sich der Muff *e* mit dem Auswerfer *f* um die Welle *D* mit bedeutend verlangsamter Geschwindigkeit.

Die Rübenschnitzel fallen in das Gehäuse *F* und werden durch den Ausräumer *f* durch eine im Boden des Gehäuses angebrachte Öffnung in den Trichter *G* geschoben, von welchem sie in den Wagen oder auf den Transporteur fallen. Wo noch Wagen im Gebrauche sind, bildet der untere Teil des Trichters einen aufzuklappenden Deckel *H*, mit welchem während der kurzen Zeit des Wagenwechsels die Öffnung des Trichters verschlossen wird, um ein Umherstreuen der Schnitzel zu vermeiden.

Eine andere Anordnung (Riedel's Patent), welche von der Halleschen Maschinenfabrik speziell für kreisrunde Diffusionsbatterien verwendet wird, ist in Fig. 22 abgebildet.

Bei derselben fällt der ganze Unterbau der Maschine, welcher sonst im höchsten Grade solid konstruiert werden muß, sollen sich nicht später die größten Übelstände herausstellen, fort; dieselbe braucht nur auf eisernen Trägern in entsprechender Höhe über den Diffuseuren aufgestellt zu werden.

In dieser Abbildung ist *A* der Trichter zur Zuführung der Rüben, *B* die Schneidescheibe mit den Messerkasten *C*. Die Schneidescheibe wird hier von der hohlen Welle *D* getragen. Die Triebwelle *E* mit ihrer Riemen- und Leerscheibe *aa'* liegt oberhalb des Gehäuses. Das konische Rad *b* der Welle *E* greift in das konische Rad *b'* der hohlen Welle *D* und erteilt damit der Messerscheibe die für sie erforderliche Umdrehungsgeschwindigkeit. Der Auswerfer *f* sitzt hier am unteren Ende der durch die Hohlwelle *D* hindurchgehenden Welle *e*, und diese wird durch die Räderübertragung der beiden Vorgelege *dd'* und *cc'* von dem auf der Welle *E* befestigten Rade *c* in langsame Umdrehung versetzt.

F iſt das Gehäuſe zur Aufnahme der Schnitzel mit der Schurre *G* und deren Deckel *H*; aus der Schurre *G* fallen die Schnitzel in einen in den Kopf des Diffuſionsgefäßes eingeſetzten Trichter.

Der Rand des Gehäuſes *F* iſt hier nicht feſt mit dem Deckel desſelben verbunden, ſondern legt ſich mit ſeiner oberen Fläche nur loſe an

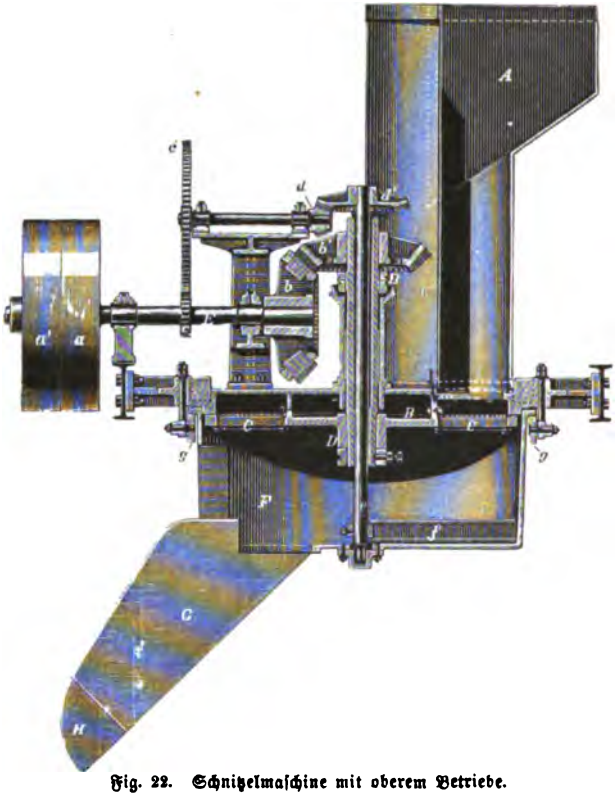


Fig. 22. Schnitzelmaſchine mit oberem Betriebe.

die untere Fläche desſelben an. Die untere Fläche des Randes ruht auf kleinen Rollen *g* und von dieſen wird der ganze untere Teil des Gehäuſes getragen, ſo daß dieſer um den Deckel und um ſeine Achſe drehbar iſt. Stehen nun z. B. acht Diffuſionsgefäße im Kreiſe um die Schnitzelmaſchine, ſo braucht man, ſobald eines derſelben gefüllt iſt, das Unterteil des Gehäuſes nur um einen achtel Kreis zu drehen, um die Schnitzel in das nächſte Gefäß fallen zu laſſen.

Bei diesen Konstruktionen wird man bemerken, daß der Rumpf nicht cylindrisch ist und nur über einem Teile der Schnitzelscheibe steht, der übrige Teil, etwa ein Drittel, der letzteren wird von der Deckplatte überdeckt. Wenn die Maschine sich in Thätigkeit befindet, wird sich daher immer ein Teil der Messer unter der Deckplatte, also außer Berührung mit den Rüben befinden, kann also nicht arbeiten. Um die Leistungsfähigkeit der Maschine zu erhöhen, wurde, meines Wissens

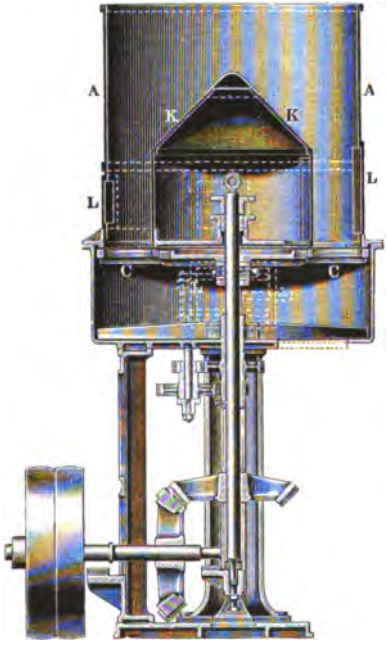


Fig. 23. Schnitzelmaschine mit vollem Schnitt.

zuerst von der Sangerhäuser Maschinenfabrik, der Rumpf derselben so abgeändert, daß die Schneidescheibe voll zur Wirkung gelangt. Fig. 23 zeigt den senkrechten Durchschnitt einer solchen Maschine nach einer Zeichnung der genannten Fabrik. Der Rumpf *A* besteht hier aus einem hohlen Blechcylinder, dessen unterer Rand den äußeren Rand des Messerkastenkranzes *(C)* umfaßt. Der innere Teil der Scheibe ist mit einer konischen Haube *(K)* aus Blech überdeckt, so daß gerade sämtliche Messerkasten freiliegen. Um ein Umherspringen der Rüben während

der Drehung der Scheibe zu verhindern, sind in angemessenen Zwischenräumen im Inneren des Rumpfes sogenannte Aufhalter angebracht; es sind dies vertikale Bleche, welche an den Mantel radial so angeschraubt sind, daß ihr unterer Rand dicht über den Messern liegt.

Durch ober- und unterhalb der Schneidescheibe am Mantel angebrachte Thüren *(L)* kann man zum Inneren der Maschine gelangen, um dort das Auswechseln der Messerkasten, das Schmieren des Halslagers der stehenden Welle *(D)* u. s. w. zu bewirken.

Die Außenansicht dieser Maschine ist an einer späteren Stelle dieses Abschnittes (Fig. 59) wiedergegeben.

Von Einzelheiten der Schnitzelmaschine müssen die Schneidescheibe, die Messerkasten und die Messer besonders besprochen werden.

Die Schneidescheibe hat, gegenüber den älteren, in Fig. 21 u. 22 beibehaltenen Konstruktionen, eine wesentliche Verbesserung erfahren, welche in der Befestigungsweise der Messerkasten besteht. Die Messer sind, wie alle schneidenden Instrumente, einer raschen Abnutzung durch Stumpfwerden unterworfen und müssen, um die Maschine auf dem Höhepunkte der Leistungsfähigkeit zu erhalten, in nicht langen Zwischenräumen nachgeschärft werden, und um dies ausführen zu können, wird der Messerkasten aus der Schneidescheibe genommen und durch einen mit geschärften Messern belegten ersetzt. Wie aus den Fig. 21 u. 22 hervorgeht, waren bei dieser Konstruktion die Messerkasten durch nur von unten zu lösende Verschraubungen an der Schneidescheibe befestigt. Sollte eine Auswechslung stattfinden, so war die Schneidescheibe zu drehen, bis der betreffende Kasten vor einer, zu diesem Behufe unterhalb der Scheibe, an einer bestimmten Stelle des Gehäuses angebrachten Öffnung, erschien, worauf die Verschraubungen gelöst wurden und der Kasten von unten aus der Scheibe gezogen und auf demselben Wege durch einen anderen ersetzt wurde, der dann wieder durch Verschraubung zu befestigen war. Den hiermit verbundenen Zeitverlust vermeidet man völlig durch die in Fig. 24 in oberer Ansicht und in Fig. 25 im Durchschnitte dargestellte Konstruktion. Hierbei ist jede Befestigung der Messerkasten unnötig, dieselben werden von oben in die Öffnungen der Schneidescheibe eingelassen und ruhen auf zwei schmalen, an den Längsseiten der Öffnungen unterhalb fest verschraubten Schienen (*a*). Zur Auswechselung der Kasten genügt hier ein mit einem hakenförmigen Instrumente ausgeführter Griff, durch den der Messer-

kasten aus der Scheibe gehoben wird; ebenso leicht ist der mit scharfen Messern belegte einzusenken. Ein solcher Messerkasten ist in Fig. 27 dargestellt.

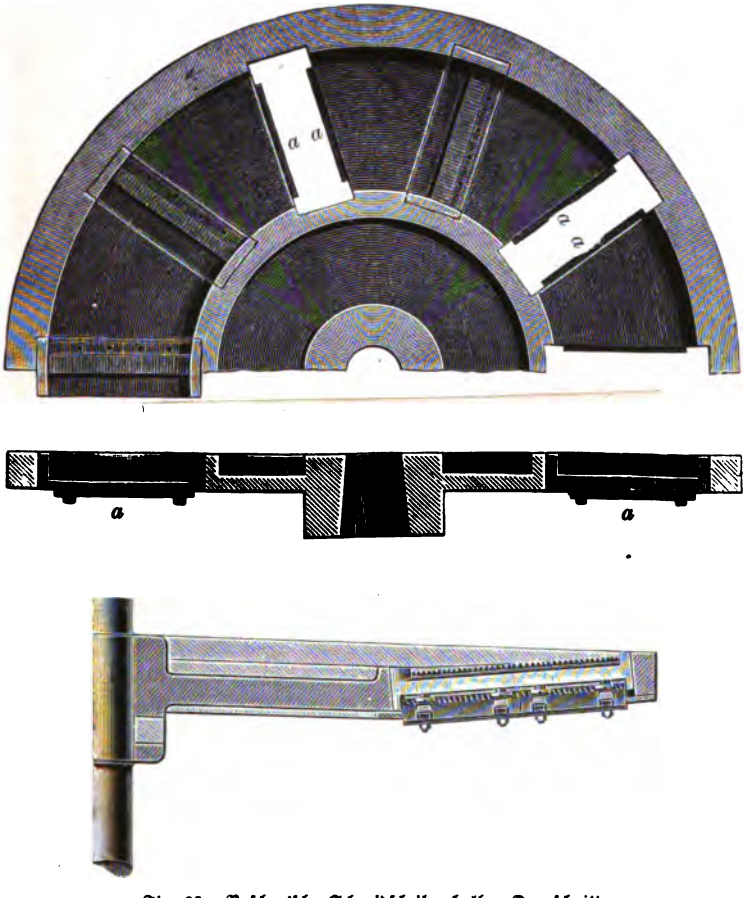


Fig. 26. Paschen'sche Schneidscheibe, halber Querschnitt.

Noch einfacher sind die Scheiben von H. Putsch & Co. in Hagen i. W.; bei diesen ist auch noch die in Fig. 24 u. 25 angegebene Tragleiste *(a)* weggelassen und dafür sind die Messerkasten mit Einhängevorrichtung versehen (s. die Abbildung der Putsch'schen Messerkasten Fig. 30). Die genannte Firma fertigt außerdem seit einer Reihe von Jahren Scheiben mit schmaleren Schlitzen und dem entsprechend schmaleren

Messerkasten an, wodurch es ermöglicht wird, die Leistungsfähigkeit derselben zu vergrößern, ohne ihre Haltbarkeit zu beeinträchtigen.

Die Maschinen- und Werkzeugfabrik Aktien-Gesellschaft, vorm. Aug. Paschen in Cöthen, liefert eine besondere Art von Scheiben (D. R. P. 63006), von denen wir in Fig. 26 den Querschnitt geben. Bei denselben liegen die Messerkassen mit ihrer äußeren Kante höher, als mit der inneren, also so, daß der Messerkranz gleichsam einen Trichter bildet. Durch diese Anordnung soll ein festeres Andrücken der

Fig. 27. Messerkasten.

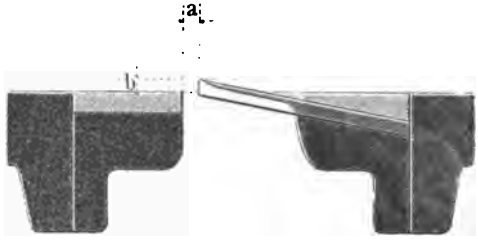


Fig. 28. Querschnitt eines Messerkastens österreichischer Form.

Rüben gegen die Messer erreicht werden; ob dies nicht auf Kosten der Dauerhaftigkeit der Scheibe geschieht, erscheint zweifelhaft.

Die Messerkasten (Fig. 27 bis 30) sind die Träger der Schnitzelmesser und einer Vorlage, deren Stellung zu den Messern die Stärke der Schnitzel bedingt. In Bezug auf die Anordnung dieser beiden Teile kommen zwei verschiedene Formen vor, die man als die österreichische und die deutsche unterscheidet. Bei den österreichischen Messerkasten ist die Vorlage, *b* in Fig. 28, auf der Unterlage durch Schrauben in horizotaler Lage befestigt, während das Messer auf seiner Unterlage schräg aufwärts gerichtet ist und durch einen aufgeschraubten Keil in seiner Lage erhalten wird. Der Auflageschenkel des Messers hat zwei Schlitze s. Fig. 33, durch welche die den Keil befestigenden Schrauben gehen.

In diesen Schlitzen ist das Messer verschiebbar, und kann daher in größeren oder geringeren Abstand von der Vorlage gebracht werden, auch gestattet der Schlitz ein weiteres Vorschieben des Messers, wenn dasselbe durch Nachschleifen allmählich verkürzt wird. Bei der deutschen Messerkastenkonstruktion, Fig. 29, ist dagegen das Messer auf der Unter-

Fig. 29. Querschnitt eines Messerkastens deutscher Form.

lage durch in den Auflageschenkel versenkte Schrauben befestigt, während der Vorlage, durch von unten gegen dieselbe drückende Schraubenbolzen oder durch Unterlegen von Blech oder Papier eine veränderliche Stellung gegeben werden kann. Das Messer ist hier nach der Schneide zu aufgebogen, damit die Schneide die Vorlage überragt.

Einen Fortschritt bedeuten die der Firma H. Putsch & Co., Hagen i. W. patentierten Messerkasten mit drehbarem und verstellbarem Messersitz, Fig. 30 und 31.

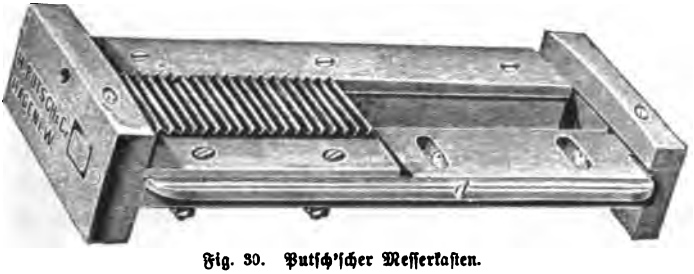


Fig. 30. Putsch'scher Messerkasten.

Während bisher das Einstellen auf Schnitzelstärke vermittelst der beweglichen Vorlage bewirkt wurde, was sehr umständlich war, ist letztere bei den neuen Kasten fest und in der Breite so viel wie möglich beschränkt. Dagegen ist der Messerbalken (*a* Fig. 31) um seine Längsachse drehbar, sodaß man denselben und damit auch die darauf be-

festigten Messer vermittelst der in den Kopfenden angebrachten Stellschrauben leicht und genau einstellen kann. Die Messer sind in Schlitzen (*c* Fig. 30) verschiebbar.

Diese Kasten sind zum Einhängen in die Schneidscheiben (s. S. 121) eingerichtet, so daß die Tragleisten auf der unteren Seite der letzteren in Wegfall kommen und dadurch ein besonders freier Durchgang der Schnitzel ermöglicht wird; Trageleiste *d*, Fig. 30.

Die Putsch'schen Messerkasten sind bei einer Messerbreite von 72 mm nur 95 mm breit, sodaß man in einer Schneidscheibe von 1250 mm Durchmesser anstatt der früheren 8 Kasten deren 12 und mehr anbringen kann, ohne die Stabilität derselben zu verringern. Man ist dadurch in den Stand gesetzt, mit derselben Maschine mehr zu leisten,

Fig. 31. Querschnitt eines Messerkastens mit drehbarem und verstellbarem Messersitz.

als früher oder den Gang derselben entsprechend zu verlangsamen, wenn eine solche Mehrleistung nicht beansprucht wird. Daß man bei Verminderung der Umdrehungszahl der Schnitzelscheibe bessere Schnitzel erzeugt, wurde schon auf S. 115 angeführt.

Ein weiterer Vorteil dieser Kastenkonstruktion liegt in der Möglichkeit eines raschen und bequemen Auswechselns der stumpf gewordenen Messer, weil das zeitraubende Stellen der Vorlage sowie das Unterlegen von Papier- oder Blechstreifen infolge der Drehbarkeit und Verstellbarkeit der Messersitze wegfällt, und schließlich noch darin, daß das paarweise Bestoßen der Messer auf gleiche Breite nicht mehr erforderlich ist, da Messer verschiedener Breite — alte und neue — auf demselben Kasten nebeneinander benutzt werden können. Es entstehen daher auch keine Verluste an Messern infolge dieses Bestoßens.

Eine Übertragung des drehbaren Messersitzes auf die Vorlage stellen die Messerkasten mit Schwalbenschwanz-Vorlage,

Fig. 32, dar, welche ebenfalls der Firma H. Putsch & Co. patentiert sind. Bei diesen Kasten, welche ungefähr dieselben Vorteile aufweisen wie die oben beschriebenen, hängt die Vorlage *b* in einer Nute und ist um die scharfe Kante derselben drehbar. Das Einstellen erfolgt durch Verschieben eines darunter befindlichen Keiles in einfacher Weise. Stellschrauben sind nicht vorhanden, die Kasten können daher in jede vorhandene Schneidescheibe eingehängt werden, falls sie in der Größe passen. Die Messer sind in den Schlitzen des hier starren Messerbalkens *a* verschiebbar.

Die Schnitzelmesser bestehen aus 140 mm langen Stahlplatten, in welche die Schneidevorrichtungen eingefräst sind. Beim Einlegen der Messerplatten in die einzelnen Kasten ist sorgfältig darauf zu achten,

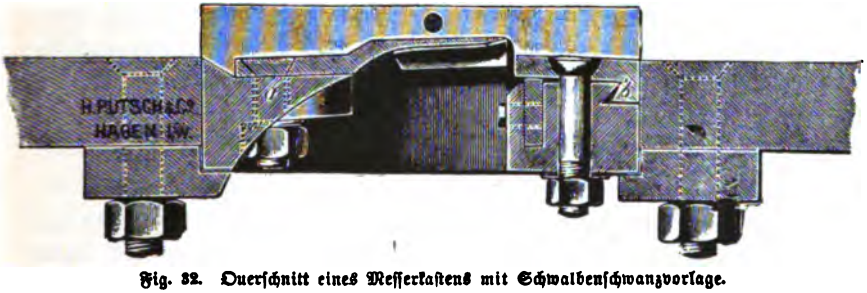


Fig. 32. Querschnitt eines Messerkastens mit Schwalbenschwanzvorlage.

daß jede einzelne Platte in jedem Kasten genau ihre richtige Lage erhält. Es muß die erste Klinge des ersten Kastens genau in dem gleichen Radius der Schneidescheibe stehen, wie die erste Klinge des zweiten, resp. dritten Kastens und ebenso müssen alle übrigen miteinander korrespondierenden Klingen der einzelnen Messer in gleichem Radius stehen. Wäre dies nicht der Fall, so würden die Schnitte der um den Mittelpunkt der Schneidescheibe rotierenden Messer nicht in gleiche Linien fallen, und man würde, statt gleichmäßiger Schnitzel von durch die Form der Messer bedingter Gestalt, ein ungleichartiges Gemenge von allen möglichen Gestalten, Häckerling, erhalten. Es ist kaum nötig, zu bemerken, daß solche Gleichförmigkeit der Schnitzel auch nur bei sehr sorgfältig angefertigten und gut gehaltenen Messern zu erreichen ist. Ebenso muß sorgfältig der richtige Abstand der Messer von der Vorlage gewahrt werden, und es muß dieser Abstand in jedem ein-

zelnen Messerkasten genau gleich weit sein, da nur dann Schnitzel von gleicher Dicke erzielt werden können. Um dies zu erreichen, bedient man sich beim Garnieren der Messerkasten einer Richtlehre, deren Stärke der Beschaffenheit der Messersorte angepaßt ist. Diese wird vertikal zwischen die Vorlage und die Schneide des Messers gehalten und darauf der bewegliche Teil so weit verschoben, bis die Richtlehre, ein Stahlblech von bestimmter Stärke, gerade, sowohl von der Schneide wie von der Oberkante der Vorlage, berührt wird. Ist dies erreicht, so wird der bewegliche Teil durch Anziehen der Schrauben in seiner Lage festgemacht.

Die älteste Form der Messer bildeten die sog. Fingermesser, Stahlplatten, welche fingerförmig ausgeschnitten und an den vorderen Rändern der Finger geschärft waren. Dieselben geben nur grobe, vielfach zerrissene Schnitzel, die für die heutige Arbeit nicht verwendbar sind. Bessere Schnitzel gaben die späteren Seitenschnittmesser, aber auch diese sind nicht mehr im Gebrauch, sodaß wir auf ihre Besprechung verzichten können. Alle diese Messer haben nur noch geschichtliches Interesse, heute werden nur noch solche verwendet, die dreikantige und rinnenförmige Schnitzel liefern. Solche Schnitzel haben den Vorzug, daß sie der sie im Diffuseure umgebenden Flüssigkeit eine große Oberfläche bieten und derselben unter normalen Verhältnissen stets einen guten Durchgang gewähren, während die früheren flachen Schnitzel sich häufig dicht auf einander legten, so Nester bildend, die sich der Entzuckerung entzogen.

Das älteste derartiger Messer ist das sog. Königsfelder, welches in österreichischer Form in Fig. 33 dargestellt ist. Die Schneide desselben ist zickzackförmig und läßt also bei jedem Schnitte an der Rübe eine gerieste Schnittfläche stehen. Um zu verhindern, daß das nachfolgende Messer in die von dem vorhergehenden gebildeten Vertiefungen gerät, wo es nichts zu schneiden finden würde, setzt man dieselben versetzt in die aufeinander folgenden Kasten ein, d. h. so, daß die Höhe eines Messers immer in das Thal des vorhergehenden fällt.

Die Formen der sich dabei ergebenden Schnitzel erhellen aus Fig. 34; es fallen dabei gegen 80 Proz. der Schnitzel von der mit *d* und *e* bezeichneten Gestalt, wenn die Höhe und die Basis jedes, ein Zickzack bildendes, Dreieckes 7 mm messen. Die rinnenförmige Gestalt der meisten Schnitzel begünstigt ungemein die allseitige Bespülung mit Wasser und steigert damit den Erfolg der Diffusion.

Am allgemeinsten im Gebrauche sind die Dachrippenmesser, welche in Fig. 35 dargestellt sind. Sie unterscheiden sich von den Königsfelder Messern durch die scharfen Rippen, welche an den tiefsten Stellen der Unterseite derselben angebracht sind. Sie liefern ebenfalls Schnitzel in Rinnenform, wie in Fig. 36 dargestellt ist. Die Schnitzel fallen am gleichmäßigsten aus, wenn der Abstand der Schnittfläche von der Vorlage 5—6 mm weit genommen wird und es gewährt dieser größere Abstand den weiteren Vorteil, daß Sandkörner und kleine Steinchen, welche so sehr zum Verderben der Messer beitragen, durch die weitere Öffnung frei hindurch passieren können.

Fig. 33. Königsfelder Messer österreichischer Form.

Fig. 34. Darstellung der Schnitte mit Königsfelder Messern.

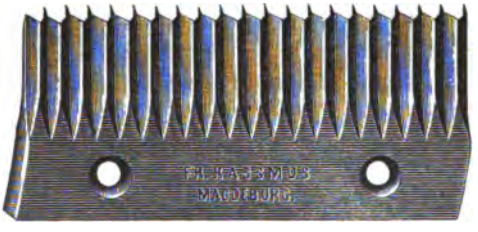


Fig. 35. Dachrippenmesser.

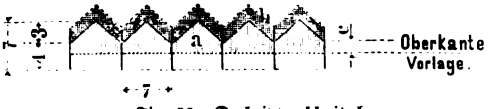


Fig. 36. Dachrippenschnitzel.

Die Dachrippenmesser haben im Laufe der etwa zwanzig Jahre, während welcher sie im Gebrauche sind, einige Verbesserungen erfahren, welche sämtlich darauf hinausgehen, die Rüben beim Schneiden nach Möglichkeit in ihrer Lage zu erhalten. Die Schnittfläche, welche durch dieselben erzeugt wird, ist zickzackförmig; die Höhen derselben liegen während des Schnittes in den Thälern der Oberseite des Messers. Bei der Vorwärtsbewegung des Messers gelangen die Höhen der Schnittfläche auf den glatten Teil der Messeroberfläche und, da dieser

höher liegt als die Thäler der letzteren, so wird die ganze Rübe gehoben (bei den Messern nach Fig. 35 und 36 um 3 mm). So lange die Messer neu sind, hat die Hebung keine Folgen, bei stark gebrauchten, also durch öfteres Schärfen verkürzten Messern jedoch bewirkt dieselbe ein Abbrechen der Schnitzel und eine Lageveränderung der Rübe, es entsteht Häcksel. Um diesem Übelstande zu steuern, änderte zuerst Greiner die Dachrippenmesser in der Weise ab, daß der ganze Schneideapparat höher lag als der glatte Auflageschenkel derselben, und zwar so, daß die Thalsohlen des ersteren mit der Oberseite des letzteren in einer Ebene liegen. Eine Hebung der Rübe während des Schneidens kann jetzt also nicht mehr eintreten. Solche Greinermesser, aufgeschraubt auf Messerkasten, sind in Fig. 31 und 32 im Profilschnitte dargestellt. Eine andere Abänderung des Dachrippenmessers, welche denselben Zweck hat, besteht darin, daß die Thäler des schneidenden Teils derselben nicht am Anfange des Auflageschenkels zu Ende gehen, sondern über die ganze Oberfläche des letzteren durchgeführt (durchgefräst) sind. Man giebt diesen Vertiefungen auch wohl die Form eines Kreisbogens von dem Radius des Kreises, den die betr. Stelle des Messers in der Schnitzelmaschine beschreiben würde.

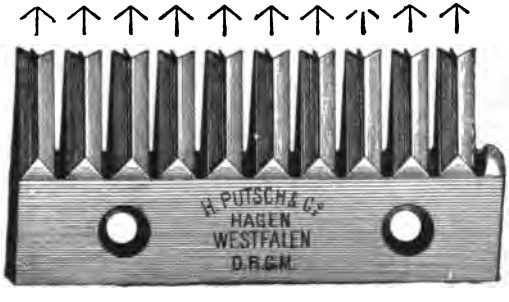


Fig. 37. Stockrübenmesser von Putsch.

Der Leser möge hieraus erkennen, welche Sorgfalt man anwendet, um gute und gleichmäßige Schnitzel zu erzielen; in der That hängt von der Güte der Schnitzel z. T. der Erfolg der Diffusionsarbeit ab; der Leiter einer Fabrik sollte diesen Umstand nie aus den Augen verlieren.

Eine besondere Art von Messern, die von der schon genannten Firma H. Putsch & Co. angefertigt wird, ist in Fig. 37 dargestellt. Ihre Konstruktion ist aus der Zeichnung von selbst verständlich. Dieselben sind für die Verarbeitung verholzter Rüben (Stockrüben) bestimmt und werden von einer Zuckerfabrik, welche sie versucht hat, sehr gelobt. Beim Schneiden solcher Rüben verstopfen sich nämlich die sonst gebräuchlichen Messer mit Holzfasern dermaßen, daß das Schneiden

damit sehr rasch aufhört. Dieselben müssen daher oft nach ganz kurzer Zeit ausgewechselt werden, was den Betrieb ungemein verlangsamt. Bei diesen Messern treten derartige Verstopfungen nicht ein.

Fig. 38. Aderstedter Messerkasten mit Messern.

Dieselben müssen, gerade wie die Königsfelder, versetzt in die Kasten eingesetzt werden.

Zur Erzielung möglichst gleichförmiger Schnitzel hat man mehrfach Doppelmesser angeordnet, von denen das eine, mit glatter Schneide, die Abtrennung eines glatten Schnittes, das andere, darunterliegende, die Formgebung des Schnittes bezweckt. Von diesen Konstruktionen giebt Fig. 38 einen Durchschnitt des von E. Raßmus in Blankenburg eingeführten Aderstedter Messerkastens und Fig. 39 und Fig. 40 die beiden dazu gehörenden Messer.

Fig. 39. Aderstedter Bordermesser.

Auf ähnlichen Prinzipien, wie diese, beruhen auch die Bergreen'schen Messer und -Kasten der Maschinen- und Werkzeugfabrik, Aktien-Gesellschaft, vorm. Aug. Paschen, welche in vielen Fabriken Eingang gefunden haben.

Bei diesen ist, wie in Fig. 41 zu sehen ist, die Gestalt der Messer eine wesentlich andere, als bei den vorigen, wodurch eine andersartige Befestigung derselben im Kasten ermöglicht wird. Man beachte besonders die horizontale Fläche auf der Oberseite des Hintermessers.

Fig. 41 zeigt die neuere Ausführungsweise dieses Systems. Bei derselben ist das Hintermesser vom Vordermesser ziemlich weit abgerückt; dadurch wird es möglich, das Vordermesser ziemlich flach zu legen und trotzdem einen freien Durchgang der Schnitzel zu behalten.

Wie alle Messer, so werden auch die der Schnitzelmaschine beim Gebrauche bald stumpf und müssen daher, um ihre Arbeit verrichten zu können, nachgeschärft werden. Dies wurde früher ausschließlich mit Feilen durch Handarbeit, jetzt aber in den meisten Fabriken mit Maschinen ausgeführt. Eine Kostenersparnis bewirkt die Schärfmaschine nicht; was man allenfalls an Lohn erspart, giebt man reichlich für Messer wieder aus, weil letztere beim Schleifen mit der Maschine sehr rasch abgenutzt werden. Man wird aber zur Anschaffung der letzteren in der Regel gezwungen durch den Mangel an geschickten und sorgsamen Arbeitern.

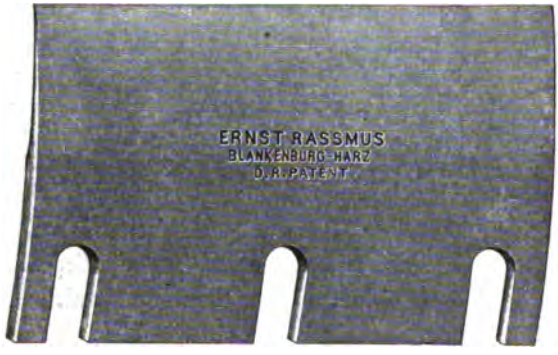


Fig. 40. Aberstedter Hintermesser.

Solcher Schärfmaschinen sind eine ganze Reihe konstruiert, die alle gleich gut arbeiten, so von H. Putsch & Co. in Hagen (Westfalen), von Ernst Raßmus in Blankenburg a. Harz und von Aug. Paschen in Cöthen, von letzterem speziell für Bergreen'sche Messer.

Von allen diesen Konstruktionen, die ja in der Hauptsache sämtlich auf gleichem Prinzipe beruhen, beschreiben wir nachstehend nur die Raßmus'sche (Fig. 42): An beiden Enden der festgelagerten, mit Antriebs- und Leerscheibe versehenen horizontalen Welle befindet sich je eine Schmirgelscheibe. Die linke Scheibe ist cylinderförmig aus-

geführt; deren Ringfläche ermöglicht eine überaus lange Benutzung. Die Faſe der rechten Scheibe dagegen entſpricht der Fräſung des anzuſchärfenden Meſſers.

Links auf der Grundplatte iſt ſenkrecht zum Ständer ein durch Schwalbenſchwanz geführter und mittelſt Stellſchraube genau nach Skala horizontal verſchiebbarer Meſſerſchlitten angeordnet. Der Meſſerhalter dieſes Schlittens iſt vorn und hinten feſt gelagert, kann jedoch vermöge der im Ringſchlitze beweglichen Schraube ganz nach Bedarf horizontal oder geneigt eingeſtellt werden. Durch dieſe Anordnung läßt ſich ſowohl das Beſtoßen der abgenutzten Meſſer auf genau gleiche Breite, wie auch das Nachſchleifen der Schneiden von glatten Abſchneidemeſſern, Fingermeſſern u. ſ. w. bewerkſtelligen.

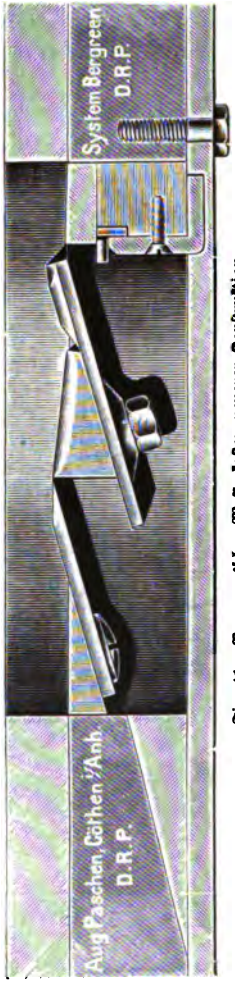


Fig. 41. Bergreen'ſcher Meſſerkaſten neuerer Konſtruktion.

Vor der rechten Scheibe befindet ſich, parallel zum Ständer, ebenfalls ein Meſſerſchlitten, in gleicher Weiſe geführt und verſtellbar. Die Säule des Meſſerhalters iſt drehbar, der Halter ſelbſt kann durch die obere bewegliche Lagerung in jedem gewünſchten Winkel befeſtigt werden. Hierdurch iſt es ermöglicht, das zu ſchärfende Dachrippenmeſſer ſo genau und richtig zur Schmirgelſcheibe einzuſtellen, daß nicht allein die Dachfläche des Meſſers, ſondern auch die ſenkrechten Schneiden zur richtigen Schärfung gelangen. Dem zufolge verbleibt für die Feile nur noch die geringe Arbeit der Nachhilfe in den Ecken.

Von der Paſchen'ſchen Schärfmaſchine, die ſehr exakt arbeitet, geben wir nachſtehend die Abbildung (Fig. 43). Der Beſtoßfräſer befindet ſich an derſelben bei *a*, der Fräſer für die Winkel und Rippen der Vordermeſſer bei *b*. Für die Hintermeſſer dient eine beſondere Schleifmaſchine, die man aber für gewöhnlich nicht braucht, weil man kleine Schäden an dieſen

Messern mit der Feile ausbessern kann und das eigentliche Schärfen derselben besser und billiger von der Maschinenfabrik nach Schluß der Rübenverarbeitung auf einmal vornehmen läßt. Die Hintermesser nützen sich viel weniger ab, als die Vordermesser, doch muß man selbstverständlich immer einen gewissen Vorrat von denselben halten.

Trotzdem die soeben beschriebene Schnitzelmaschine manche Mängel besitzt, hat sie sich doch im wesentlichen erhalten von den ersten Tagen der Diffusion bis heute. Es sind an einzelnen Teilen derselben Verbesserungen vorgenommen worden, man hat die Schneidscheibe und die Messerkasten vergrößert, letzteren, sowie den Messern andere Gestalten

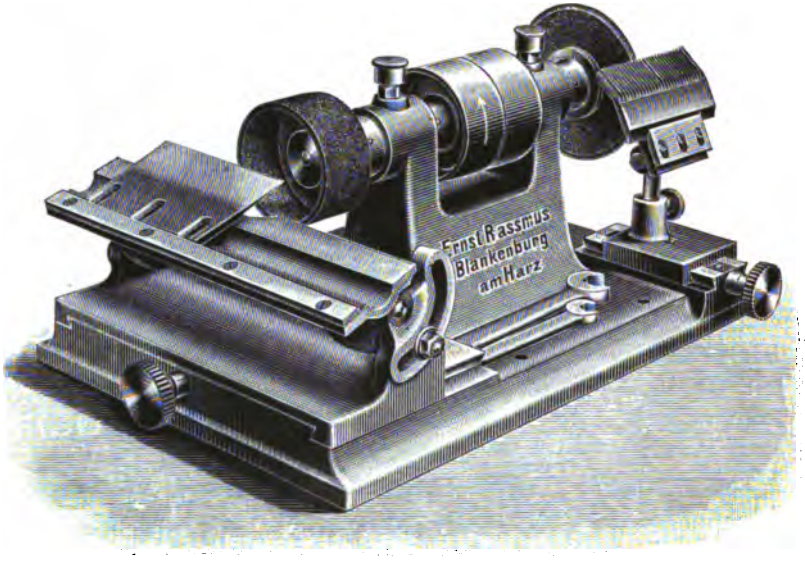


Fig. 42. Raßmus'sche Schärfmaschine.

gegeben, die Lagerung der verschiedenen Wellen bald so, bald so konstruiert u. s. w., immer aber ist sie dieselbe geblieben. Zwei Übelstände vor allem sind mit der Konstruktion dieser Maschine verknüpft, nämlich, daß dieselbe ein hohes Maß von Kraft braucht und dann, daß die Rüben in derselben bei der Umdrehung der Scheibe stets etwas ihre Lage ändern und man daher auch bei der größten Sorgfalt niemals ganz gleichmäßige Schnitzel erhält. Stets sind dieselben mit etwas Häcksel gemischt.

Alle Versuche, neue Konstruktionen zu erfinden, welche diese Übelstände vermeiden, sind bisher vergeblich gewesen, man beschränkt letztere auf ein Mindestmaß, indem man die Messer stets sehr scharf hält und dieselben sehr genau und sorgfältig einsetzt, indem man den Rumpf der Maschine möglichst voll hält, so daß die Last der oberen Rüben, die auf der Schneidscheibe befindlichen in ihrer Lage fest hält und indem man der Maschine nur eine so große Geschwindigkeit giebt, als eben notwendig.

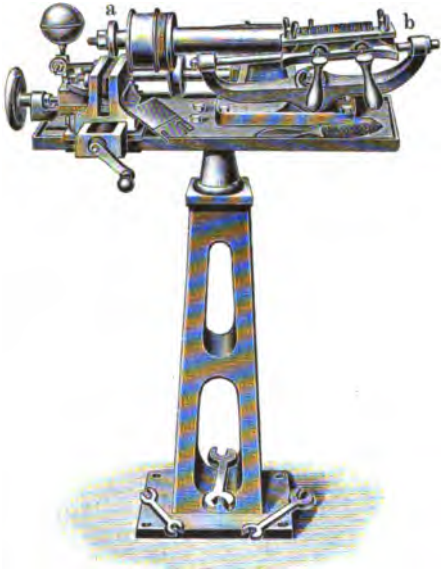


Fig. 43. Paschen'sche Schärfmaschine.

Auch die Centrifugalschnitzelmaschine von Fr. Raßmus in Magdeburg hat sich wenig eingeführt und wird da, wo sie angeschafft ist, wohl hauptsächlich nur als Aushilfsmaschine benutzt. Bei ihr wird nicht der schneidende Teil bewegt, sondern die Rüben werden durch eine besondere Vorrichtung an den an der Peripherie der Maschine feststehenden Messerkasten vorbeigeführt und dabei durch die Centrifugalkraft angedrückt.

Wir können auf die nähere Besprechung dieser Maschine verzichten.

2. Der Diffusionsapparat im allgemeinen.

Das Diffusionsverfahren beruht, wie wir wissen, darauf, daß Zucker aus einer konzentrierteren Lösung (Zellsaft) durch eine Membran, die Zellwand, hindurch eine verdünntere Lösung oder auch in Wasser hinein diffundiert. Solange noch eine Differenz in der Konzentration der beiden Lösungen vorhanden ist, findet auch noch Diffusion statt; je mehr sich aber die Konzentration ausgleicht oder, wie man sich auch ausdrückt, je geringer das „Diffusionsgefälle" wird, desto langsamer geht die Diffusion vor sich und schließlich hört sie ganz auf, nämlich sobald das Diffusionsgefälle gleich Null geworden ist. Es ist hiernach klar, daß man nicht imstande ist, den Rübenschnitzeln durch einmalige Diffusion mit Wasser ihren Zuckergehalt zu entziehen, man würde einen sehr bedeutenden Prozentsatz des Zuckers in denselben lassen müssen oder so viel Wasser verwenden müssen, daß eine höchst verdünnte, nicht mehr verarbeitungswürdige Lösung entsteht.

Um einen zuckerreichen Saft zu erzielen, läßt man daher den Diffusionsprozeß *systematisch* vor sich gehen, ähnlich der Methode der systematischen Auslaugung, welche man in chemischen Fabriken, z. B. beim Leblanc'schen Sodaprozeß, anwendet. *Man bringt also der Reihe nach zuckerärmere Säfte mit zuckerreicheren Schnitzeln in Berührung und bringt nur solche Schnitzel mit Wasser zusammen, die schon den größten Teil ihres Zuckers abgegeben haben.*

Der Diffusionsapparat, die sogenannte *Diffusionsbatterie* oder kurz, die *Batterie*, besteht im wesentlichen aus einer Anzahl von Gefäßen, den *Diffuseuren*, welche an ihrem oberen Ende, dem *Kopfe*, eine mit einem Deckel luftdicht verschließbare Öffnung besitzen, durch die man Schnitzel in dieselben einfüllen kann. Damit man den Saft aus einem Diffuseur in den anderen übertreten lassen kann, sind dieselben der Reihe nach durch Rohre verbunden. Jedes dieser Rohre, welche man *Übersteiger* nennt, ist am untersten Teile seines *Diffuseurs* angeschraubt, mündet am *Kopfe* des nächsten und kann durch ein Ventil abgesperrt werden. Wie die Diffuseure in der Reihe untereinander, so ist auch der letzte mit dem ersten Diffuseur verbunden.

Ist die Diffusionsbatterie im Betriebe, so wird sich in der Reihe immer ein Diffuseur befinden, dessen Inhalt durch Wasser erschöpft

oder, wie man sich ausdrückt, *ausgelaugt* ist. Das hierzu nötige Wasser erhielt derselbe durch ein Rohr, welches aus dem in einem Turme aufgestellten Wasserbassin gespeist wird und durch ein Ventil gegen den Diffuseur abgesperrt werden kann. Bei *systematischer Arbeit* muß aber *jeder* der in der Batterie stehenden Diffuseure der Reihe nach Wasser erhalten können, deshalb ist jeder derselben am Kopfe mit einem derartigen Ventile versehen, und diese sämtlichen Wasserventile sind durch das *gemeinsame Wasserrohr* unter einander und mit dem Wasserbassin im Turme verbunden.

Wie man imstande ist, jeden einzelnen Diffuseur mit Wasser zu versorgen und den Saft aus jedem derselben in den benachbarten übersteigen zu lassen, so muß man auch imstande sein, aus jedem Diffuseur den *fertigen Saft abzuführen*, und dazu dient wiederum ein Ventil, das sogenannte *Scheidesaftventil*. Dasselbe ist am oberen Teile des Übersteigerohres, dicht unter dem Übersteigeventile, angebracht. Sämtliche Scheidesaftventile münden in ein gemeinschaftliches Rohr, das *Scheidesaftrohr*.

Zum Entfernen der entzuckerten Schnitzel befindet sich am unteren Teile eines jeden Diffuseurs ein verschraubbares *Mannloch*. Haben wir so die Hauptteile der Batterie kennen gelernt, so können wir uns eine allgemeine Vorstellung davon machen, wie mit derselben gearbeitet wird.

Denken wir uns eine Reihe von neun Diffuseuren, die mit Schnitzeln in den verschiedenen Stadien der Auslaugung und mit Säften von verschiedenem Gehalte gefüllt sind; sämtliche Übersteigeventile zwischen denselben sind geöffnet, alle anderen Ventile geschlossen. Öffnen wir nun das zum ersten Diffuseur gehörige *Wasserventil* und das am Uebersteigerohre des neunten befindliche *Scheidesaftventil*, so wird sämtlicher Saft in den Diffuseuren durch den *hydraulichen Druck* des aus dem Turme kommenden Wassers vorwärtsgeschoben, der ganz dünne Saft aus Diffuseur I tritt am Boden desselben aus, durch den Übersteiger von oben in Diffuseur II, der Saft aus Diffuseur II tritt ebenso in Diffuseur III u. s. f., sodaß schließlich der zuckerreiche Saft in Diffuseur IX in dessen Übersteiger tritt und von da, weil das zugehörige Übersteigeventil geschlossen, das Scheidesaftventil aber geöffnet ist, in die für die Weiterverarbeitung bestimmten Gefäße gelangt.

Wollte man den Diffusionsprozeß bei gewöhnlicher Temperatur vor sich gehen lassen, so würde man, wie schon aus den früheren theo-

retischen Erörterungen (S. 110) hervorgeht, sehr unvollkommene Resultate erzielen; jeder Diffuseur ist daher noch mit einer Anwärmevorrichtung versehen, die am Übersteiger angebracht ist oder selbst als Übersteiger dient. Der Saft kann daher beliebig angewärmt werden, während er aus einem Diffuseur in den anderen übertritt.

Nachdem wir so den schematischen Gang der Diffusion kennen gelernt haben, wenden wir uns zur speziellen Beschreibung der einzelnen Apparate.

3. Die Diffusionsgefäße.

Die Diffusionsgefäße oder Diffuseure sind große, aus Kesselblech gefertigte Behälter, die entweder in ihrem Hauptteile die Gestalt eines Cylinders, oder eines Cylinders, an welchem im unteren Teile die Basis eines abgestumpften Konus angesetzt ist, oder eines auf die abgestumpfte Spitze gestellten Kegels haben.

Bei diesen in den deutschen Fabriken in Gebrauch befindlichen Formen wird das Verhältnis des mittleren Durchmessers zur Höhe gewöhnlich wie 1 : 2 oder wie 1 : $2^1/_2$ genommen. Abweichend hiervon sind die eine Zeitlang in Gebrauch gewesenen österreichischen Formen, bei denen Durchmesser und Höhe nahezu gleich sind, bei denen sogar Konstruktionen vorkommen, die geringere Höhe als Weite besitzen. Diese Formen sind aus der früher in Österreich-Ungarn geltend gewesenen Besteuerungsweise hervorgegangen. Bei dieser Besteuerungsweise bildete die Größe des Inhalts der Diffusionsgefäße das der Steuer unterliegende Objekt. Es ging daher das Bestreben der Fabrikanten dahin, die Diffusionsgefäße möglichst klein zu machen und sie in der Zeiteinheit möglichst oft zu benutzen. Je rascher dabei die Saftströmung zu bewerkstelligen war, um so viel vorteilhafter war dies bei einem Betriebe, dessen Hauptaufgabe in einer möglichst weit getriebenen Steuerersparung gesucht wurde. Die rascheste Saftströmung war aber nur zu erlangen, indem man den vom Safte zu durchlaufenden Weg thunlichst verkürzte, und um dieses zu erreichen, gab man den Gefäßen immer geringere Höhe, bis man schließlich bei der Form der runden Schnupftabaksdose anlangte. Wie viel Zucker hierbei zum Zwecke der Steuerersparnis vergeudet worden ist, entzieht sich jeder Berechnung. Nach Abänderung der Besteuerungsweise sind in Österreich-Ungarn jene extremen Formen verschwunden.

Die bei uns gewöhnlich vorkommenden Formen haben oben einen konvexen Deckel, auf welchem sich ein kurzer gußeiserner Cylinder erhebt, der oben in einem weiten, mit einem dicht schließenden und durch Bügelschrauben zu sichernden Deckel versehenen Mannloche endet. Der Deckel klappt meist in einem Scharniere auf und ist durch Anziehen einer Schraube zu befestigen, wobei ein Kautschukring als Dichtung dient. Bei sehr großen Deckeln, wie sie bei österreichischen Gefäßen vorkommen, wird das Gewicht derselben durch ein, an einem Hebel befestigtes Gegengewicht ausgeglichen, um sie leichter handhaben zu können. Bei solchen findet sich dann mitunter eine besondere Art der Abdichtung. In den Hals des Gefäßes und in die Innenfläche des Randes des Deckels ist je eine halbkreisförmige Rinne eingeschnitten, die sich bei geschlossenem Deckel zu einem kreisförmigen Rohre ergänzt. In diesem Rohre liegt ein Kautschukschlauch, der durch einen Hahn mit der Wasserleitung in Verbindung steht. Läßt man, nachdem der Deckel geschlossen und befestigt ist, das Wasser unter hohem Drucke einströmen, so wird das Kautschukrohr in seiner ganzen Länge aufgebläht, preßt sich mit seinen Wandungen fest in die hohle Rinne und schließt damit die Fugen derselben ab.

Diese Art der Abdichtung wird zweckmäßig durch eine andere ersetzt, bei welcher an den Rand des Deckels ein vorspringender Ring angegossen ist, der sich beim Zuklappen in eine kreisförmige Rinne, die in den Kopfteil des Diffuseurs eingeschnitten ist, nach Art der Nut und Feder einlegt. In die Rinne wird ein Kautschukring gelegt, der beim Anpressen des Deckels einen vollkommenen Verschluß sichert.

Das obere Mannloch dient zum Einfüllen der Schnitzel. In den Hals desselben mündet das Übersteigrohr, welches einerseits die Verbindung des einen Gefäßes mit dem anderen vermittelt, und welches anderseits durch Zweigröhren und Ventile mit den anderen Röhrenleitungen in Verbindung steht. Unterhalb der Mündung des Übersteigrohres wird in den Hals zuweilen ein aus gelochtem Bleche gefertigter Siebboden gelegt, nachdem die Diffuseure mit Schnitzeln gefüllt sind, um dadurch zu verhüten, daß Teile der Schnitzel in die Rohrleitungen gelangen, wodurch Verstopfungen herbeigeführt werden könnten. Der Verfasser hat dieses Sieb niemals benutzt, weil es mehr Störungen als Vorteile bringt. Da der Saftstrom während des Diffusionsbetriebes stets von oben in den Diffuseur tritt, werden etwa

durch denselben mitgeführte Schnitzel auf diesen Sieben abgelagert und verstopfen dieselben. Läßt man die Siebe weg, so bleiben die mitgeführten Schnitzel ohne Schaden auf den schon im Diffuseur befindlichen liegen.

Auf dem Deckel befindet sich ein Hahn, durch welchen beim Eintritte der Flüssigkeit die im Gefäße enthaltene Luft entweicht und welcher durch Austritt von Flüssigkeit zugleich die erfolgte Füllung anzeigt.

Dieser Lufthahn (Fig. 44), welchen man möglichst weit, 3—4 cm, macht, ist oben mit einem nach unten gebogenen Rohre versehen, welches es ermöglicht, etwa hinter der entweichenden Luft herdrängenden Saft bequem mit einer bereitgehaltenen Kanne aufzufangen.

Fig. 44. Diffuseur-Lufthahn von P. Guckow & Co., Breslau.

Die cylindrischen oder konischen Gefäße haben unten einen in der Mitte etwas vertieften Boden, von dessen tiefster Stelle ein rechtwinklig gebogenes Rohr sich abzweigt und zum Übersteiger führt. Statt der flachen Form giebt man dem Boden häufig eine runde Gestalt in Form eines Kreisabschnittes, dessen tiefster Punkt an der einen Seite des Gefäßes liegt, wodurch die Entleerung der erschöpften Schnitzel sehr erleichtert wird (Fig. 57). Dicht über dem Boden liegt ein Siebboden, eine gelochte eiserne Platte, welche ein Eindringen der Schnitzel in die Röhrenleitung verhindert. Unmittelbar über dem Siebboden befindet sich das Mannloch, durch welches die erschöpften Schnitzel aus dem Gefäße gezogen werden (Diffuseure mit seitlicher Entleerung).

Da das Ausräumen der entzuckerten Schnitzel eine schwere und unangenehme Arbeit ist, die meist hoch bezahlt werden muß und zu der man oft nur schwer Arbeiter erhält, werden die Diffuseure in neuerer Zeit stets mit unterer Entleerung gebaut. Anstatt das Mannloch dicht über einem horizontalen Siebboden anzubringen, schließt man das untere konische Ende des Gefäßes durch eine Klappe mit oder ohne Gegengewicht, wie es in Fig. 45 (alte österreichische Konstruktion), Fig. 46 (Konstruktion der Braunschweigischen Maschinenbau-Anstalt) und

Fig. 47 (Konstruktion der Sangerhäuser Aktien-Maschinenfabrik) dargestellt ist. Selbstverständlich muß hierbei der horizontale Siebboden wegfallen, dafür schmiegt sich ein gelochtes Blech *(f)* trichterförmig innen an den unteren konischen Teil des Diffuseurs an; die untere Öffnung dieses Trichters wird durch ein an der Klappe befestigtes Siebblech *(e)* geschlossen.

Die Art und Weise, wie diese Klappe befestigt wird, sowie auch der obere Verschluß der Gefäße ist aus den Zeichnungen leicht zu ersehen.

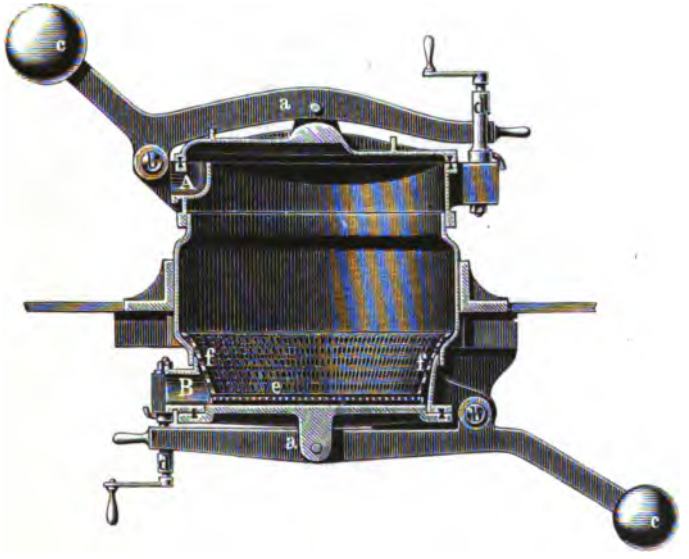


Fig. 45. Diffuseur österreichischer Form.

Diffuseure älterer Form, welche jetzt noch sehr vielfach in den Fabriken angetroffen werden, findet man in den späterfolgenden Abbildungen dargestellt (Fig. 55 und 56). Eine Erläuterung derselben erübrigt sich hier.

Über den Rauminhalt der Diffusionsgefäße haben die Ansichten im Laufe der Jahre sehr geschwankt. In der ersten Zeit der Diffusion wurden sehr große Diffuseure aufgestellt, doch ging man bald auf eine Füllung von $12^1/_2$ bis 15 mctr herunter und vor etwa zwanzig Jahren folgte man dem in Österreich üblichen, dort infolge der damaligen Steuergesetzgebung berechtigten Systeme und baute Diffuseure mit 4 bis 5 mctr Füllung.

Dieſe kleinen Gefäße, welche für Deutſchland überhaupt keinen rechten Sinn hatten, wurden jedoch ſehr bald wieder abgeſchafft, und jetzt legt man für größere Fabriken wieder ſolche von 40 bis 45 metr Inhalt an.

Für die Berechnung der Füllung nimmt man an, daß 100 Liter Schnitzel 55 kg wiegen. Dieſes Gewicht wechſelt jedoch je nach der

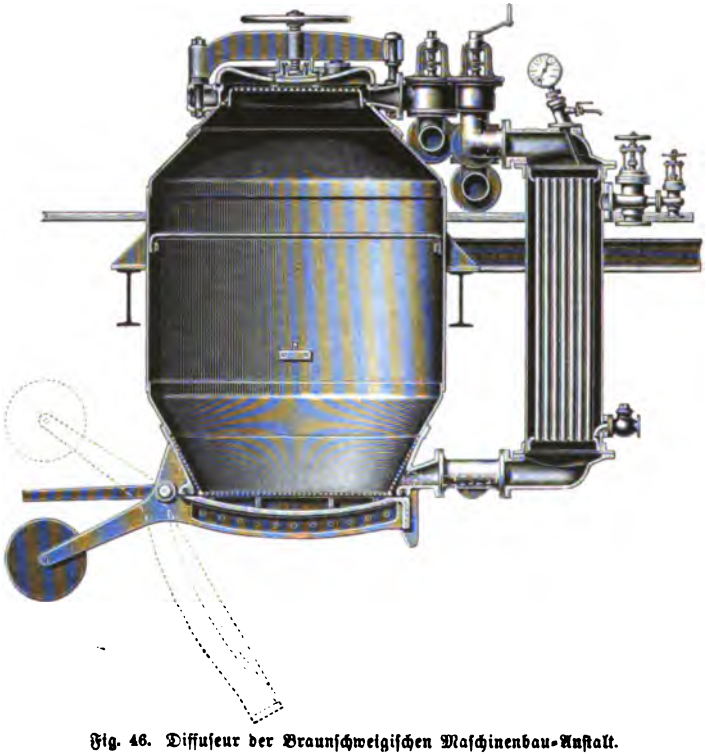


Fig. 46. Diffuſeur der Braunſchweigiſchen Maſchinenbau-Anſtalt.

Beſchaffenheit der Schnitzel und je nachdem man dieſelben loſe in das Gefäß fallen läßt oder ſie mit Stangen einſtopft.

4. Die Ausrüſtung der Diffuſion.

1. Überſteiger und Wärmeapparat. Wie wir ſchon oben ſahen, ſind je zwei Diffuſeure durch ein Überſteigerohr miteinander verbunden. In den Diffuſeurzeichnungen Fig. 45 und 47 iſt der Rohr-

ſtutzen, durch welchen der Saft aus dem Diffuſeur austritt, mit *B* bezeichnet. Am unterſten Ende dieſes Überſteigerohrs iſt bei Apparaten mit ſeitlicher Entleerung ein kleines Ventil angebracht, durch welche

Fig. 47. Diffuſeur der Sangerhäuſer Aktien-Maſchinenfabrik.

man Schnitzelwaſſer nach außen ablaſſen kann, bei Diffuſeuren mit unterer Entleerung iſt ein ſolches Ventil ſelbſtverſtändlich überflüſſig. Dieſe Ablaßventile bleiben während der regelmäßigen Arbeit unbenutzt — ein vorſichtiger Fabrikleiter wird ſogar die Benutzung derſelben durch

Wegnahme der zur Bedienung derselben angebrachten Stangen unmöglich machen, weil durch dieselben bei unzeitgemäßer Öffnung auch Saft weglaufen kann — bei längeren Pausen jedoch, Sonntags z. B., öffnet man dieselben, damit nicht etwa Flüssigkeit am Boden des Gefäßes stehen bleibt, die in saure Gärung übergehen könnte.

Fig. 48. Kalorisator für die Diffusion.

Am Übersteiger ist stets auch der Apparat angebracht, welcher zum Anwärmen des Saftes dient.

Der Erfinder des Diffusionsverfahrens, Robert in Seelowitz, legte zum Erwärmen des Saftes eine Dampfschlange auf den Boden jedes Diffuseurs zwischen Siebboden und Ausflußrohr und ließ in die Schlange des Gefäßes, dessen Saft erwärmt werden sollte, Dampf einströmen. Eine gleichmäßige Erwärmung des ganzen Inhaltes des Gefäßes war hierdurch nicht zu erzielen und so kam man bald dahin, den Saft in einem besonderen Apparate, der Wärmpfanne, zu erhitzen und ihn heiß dem betreffenden Gefäße zuzuleiten. Doch auch diese Einrichtung ist längst wieder aus den Zuckerfabriken verschwunden.

Gegenwärtig erfolgt die Anwärmung des in der Batterie sich fortbewegenden Saftes derart, daß ihm die nötige Wärme während der Zeit, wo der Saft von dem einen Gefäße in das andere strömt, zugeführt wird.

Meistens benutzt man hierzu sogen.

Kalorisatoren.

Statt den Saft durch ein einziges weites Rohr von einem Gefäße zum andern zu leiten, setzt man den als Kalorisator dienenden

Übersteiger bei den hohen Diffuseuren aus sieben engen Messingröhren zusammen, von denen sechs in geringen Abständen um ein mittleres Rohr gestellt sind, und umgiebt diese sieben Röhren mit einem, unten und oben mit Flanschen gedichteten, eisernen Rohre, in welches Dampf einströmt. Beim Austritte aus dem Dampfmantel vereinen die sieben Röhren sich wieder zu einem gemeinsamen Rohre, welches dann in den Hals des betreffenden Gefäßes eintritt. In dem Kalorisator ist der in den sieben engen Messingröhren strömende Saft allseitig von Dampf umgeben und hat bei dieser vergrößerten Heizfläche, während des Übertrittes aus einem Gefäße in das andere, vollauf genügend Zeit, um auf die richtige Temperatur gebracht zu werden.

Bei niedrigen Gefäßen würde die dem Dampfe ausgesetzte Fläche der Röhren nicht genügend sein, um den Saft, namentlich bei raschem Strome, hinreichend zu erwärmen. Man vergrößert daher, wenn man mit solchen arbeitet, die Heizfläche durch Einschaltung einer größeren Zahl von Röhren. Man gruppiert zu diesem Behufe bis zu 33 Heizröhren im Kreise und umgiebt diese mit einem gemeinsamen Mantel (Vergl. Fig. 46).

Ein im oberen Teile eines jeden Kalorisators angebrachtes Thermometer (*G* in Fig. 48) gestattet jeden Augenblick die Temperatur des durchströmenden Saftes zu beobachten und dieselbe durch Vermehrung oder Verminderung des Dampfzutritts beliebig zu regeln.

Ein für hohe Apparate bestimmter Kalorisator ist in Fig. 48 dargestellt. Der Saft tritt bei *A* ein, verteilt sich durch die im Kreise stehenden sieben Röhren (von denen in der Durchschnittszeichnung nur drei sichtbar sind) und fließt durch den Stutzen *B* in das nächste Gefäß. Der von der, allen Kalorisatoren gemeinschaftlichen, Dampfröhrentour *C* kommende Dampf wird durch das Ventil *G* in den die Röhren umhüllenden Mantel geleitet, während das kondensierte Wasser durch das Rückschlagventil *E* in die gemeinsame Retourleitung *F* abfließt.

Da jedes einzelne Diffusionsgefäß in seinem Übersteiger einen eigenen Wärmeapparat besitzt, so bietet die Einführung der Kalorisatoren den großen Vorteil, daß man auf jede beliebige Weise arbeiten kann, je nachdem man Dampf in den einen oder anderen Kalorisator treten läßt, und daß man die Wärme ganz beliebig in der Batterie verteilen kann.

Anstatt des Röhrenkalorisators wendet man häufig auch direkte Dampfinjektion an. Das Übersteigerohr ist zu dem Zwecke mit einem kurzen Seitenstutzen versehen, durch welchen man ein nach oben gekrümmtes, mit aufgelötetem Flansch versehenes Kupferrohr steckt und an welchen man dann, selbstverständlich unter Abdichtung mit Gummi- oder Asbestringen, das Dampfventil anschraubt. Hierbei wird also der Saft durch offen einströmenden Dampf angewärmt, wobei sich das gesamte Kondenswasser mit dem Safte vermischt. Zur Kontrolle der Temperatur ist am oberen Ende des Übersteigers ebenfalls ein Thermometer angebracht.

Um zu verhindern, daß bei zeitweiliger Abnahme der Dampfspannung Saft aus der Diffusion in die Dampfkessel gelangt, wird vor dem Dampfventile ein Rückschlagventil eingeschaltet, welches sich in der Richtung vom Kessel zur Diffusion öffnet und sich schließt, wenn Druck in der entgegengesetzten Richtung wirkt.

Verfasser hat jahrelang nach beiden Methoden im wesentlichen gleich gut gearbeitet; beide haben ihre Vorzüge und ihre Nachteile. Die Kalorisatoren haben den Vorteil, daß man bei denselben nicht auf den Kesseldampf allein beschränkt ist, sondern eben so gut Retourdampf oder, wie heute vielfach, Saftdampf (siehe später unter Verdampfung) verwenden kann, während man bei direkter Dampfinjektion ausschließlich auf Kesseldampf angewiesen ist, weil bei allen sonstigen Dampfquellen häufig der Druck in der Batterie größer sein dürfte, als der Dampfdruck. Dahingegen haben die Kalorisatoren den Nachteil, daß ihre Anlage außerordentlich viel teurer zu stehen kommt, als die der Dampfinjektion und, besonders, daß durch sie häufig Saftverluste entstehen, weil der Apparat an den Stellen, an welchen die Rohre in die sog. Rohrböden eingesetzt (eingewalzt) sind, leicht undicht wird. Durch solche Undichtigkeiten kann dann Saft in den Dampfraum und von da mit dem Kondenswasser in die Dampfkessel gelangen. Begünstigt wird dieser Vorgang noch dadurch, daß im Dampfraume des Kalorisators jedesmal Luftverdünnung eintritt, sobald das Dampfventil geschlossen wird, weil sich der in demselben eingeschlossene Dampf zu Wasser kondensiert. Der Dampfraum saugt alsdann geradezu Saft aus dem Saftraume durch jede noch so geringe Undichtigkeit.

Die Untersuchung des Kondenswassers der Kalorisatoren auf Zucker gehört daher zu den regelmäßigen Arbeiten einer sorgfältigen Betriebskontrolle.

Außer auf Anwärmung des Saftes ist jede ordentliche Batterie auch auf Anwärmung des Wassers eingerichtet. Zu dem Zwecke wird in das vom Turme kommende Wasserrohr ein Kalorisator eingeschaltet; das Wasser tritt von unten in denselben ein, der Dampf am oberen Ende. Diesem Kalorisator giebt man eine bedeutend größere Heizfläche, als den zwischen den Diffuseuren befindlichen, um das zuweilen sehr kalte Wasser rasch anheizen zu können.

Anstatt des Kalorisators kann man auch hier direkte Dampfinjektion anwenden, indem man durch eine Düse Dampf in ein hohles Gefäß einleitet. Auch hier tritt das Wasser unten ein- und oben aus. Das Rohr für diese Dampfinjektion muß durch ein Rückschlagventil gegen die Dampfkessel abgesperrt werden. Wenn das Wasser sehr kalt ist, verursacht der direkt einströmende Dampf ein sehr unangenehmes Geräusch; man zieht deshalb an dieser Stelle den Kalorisator vor.

Das Thermometer für diese Apparate bringt man direkt vor dem Eintritte des Wassers in die Batterie auf einem am Wasserrohre selbst befindlichen Stutzen an, damit man dasselbe stets von der Batterie aus beobachten kann. Ebenso muß sich das Handrad, welches zum Öffnen und Schließen des dazu gehörenden Dampfventils dient, in nächster Nähe der Batterie befinden.

2. Der Entlufter. Während des Betriebes sammeln sich regelmäßig im Kopfe der einzelnen Gefäße Luft- und andere Gasmassen an, die durch den Gegendruck, welchen sie ausüben, dem Durchstrome der Flüssigkeit sehr hinderlich werden können. Zu ihrer Beseitigung kann der am Kopfe der Gefäße angebrachte Lufthahn, Fig. 44, dienen, der von Zeit zu Zeit auf einen Augenblick geöffnet wird. Ist Luft oder sind sonstige Gase vorhanden, so werden diese ausgetrieben und es wird der Hahn wieder geschlossen, sobald der Austritt von Flüssigkeit aus demselben die Entfernung der Gase anzeigt.

Da der Lufthahn selbstverständlich seinen Zweck nur erfüllen kann, wenn derselbe sorgfältig überwacht wird, so ist derselbe zuerst von Linke durch einen Apparat ersetzt worden, welcher völlig selbstthätig die Entluftung besorgt. Ein solcher Entlufter (Fig. 49) besteht aus einem eisernen Gehäuse, in welchem ein verhältnismäßig großer Schwimmer sich befindet. Der Schwimmer trägt an seinem Kopfe einen konisch abgedrehten Zapfen, welcher genau schließend in eine Öffnung der Kopfplatte des Gehäuses paßt. Die ganze Vorrichtung

ist durch ein gebogenes Rohr mit Flansch am höchsten Punkte des Diffusionsgefäßes so befestigt, daß durch ein zwischengelegtes Sieb ein Eintritt von Schnitzeln in das Schwimmergefäß verhindert wird. Solange das Diffusionsgefäß nicht mit Flüssigkeit gefüllt ist, befindet der Schwimmer sich in seiner tiefsten Lage, auf dem Träger ruhend. Beim Eintritte der Flüssigkeit in das Gefäß entweicht die verdrängte Luft durch die freie Öffnung in der Kopfplatte des Schwimmergehäuses. Sobald aber das Gefäß voll geworden, tritt Saft oder Wasser in das Schwimmergehäuse und hebt den Schwimmer, dessen Konus sich in die Luftöffnung setzt und damit das Gefäß verschließt. Sammeln sich nun Gase im Diffusionsgefäße an, so steigen diese in dem Entlufter auf, verdrängen dadurch eine entsprechende Menge von Flüssigkeit aus demselben und es muß infolge da von der Schwimmer um ein entsprechendes sinken. Sobald dies geschieht, wird der Konus aus seinem Sitze gezogen, die Luft entweicht, worauf das durch den Konus gebildete Ventil sich sofort wieder schließt. Das gleiche Spiel wiederholt sich, sobald neue Mengen von Gasen sich ansammeln.

Fig. 49. Entlufter.

Um etwaige Störungen an dem Apparate beseitigen zu können, wird zwischen demselben und dem Diffuseur ein Hahn eingeschaltet. Ein solcher ist unbedingt erforderlich, wenn man in der Batterie mit komprimierter Luft arbeitet (s. später).

Gase treten regelmäßig auf und sammeln sich mitunter in sehr erheblicher Menge an, namentlich wenn gefüllte Gefäße längere Zeit, wie bei größeren Betriebspausen, stehen bleiben. Ist dann kein Entlufter vorhanden nnd finden die Gase keinen Ausweg, so können bedeutende Spannungen eintreten, durch welche die Säfte bis in das nächste zufällig offene Gefäß zurückgedrängt werden.

Bei näherer Untersuchung hat sich ergeben, daß die Diffuseurgase zum geringeren Teile aus Kohlensäure, zum größeren Teile aus einem brennbaren Gase bestehen, und es sind wiederholt durch letzteres beim Annähern einer Flamme an ein solches Gas enthaltendes Gefäß heftige Explosionen vorgekommen.

Über den Ursprung der Kohlensäure in den Diffuseurgasen kann kein Zweifel sein. Die Pflanzensäfte enthalten dieses Gas gelöst, welches sich bei der bis zur Ertötung der Zellen dauernden Atmung fortdauernd bildet. Werden dieselben erwärmt, wie es während der Diffusion geschieht, so reicht die vorhandene Wassermenge nicht mehr hin, um das in der Wärme erheblich weniger lösliche Gas in Lösung zu erhalten, die Kohlensäure nimmt daher Gasform an. Außerdem kann Kohlensäure gebildet werden, wenn Gährungsorganismen, die überall verbreitet sind, mit den Schnitzeln in den Apparat gelangen und dieselben nicht durch genügend heißen Saft zum Absterben gebracht sind.

Über das brennbare Gas ist viel gefabelt worden. Man hat dasselbe nacheinander für Kohlenoxyd, für Sumpfgas und für Wasserstoff angesprochen. Die Anwesenheit von Kohlenoxyd ist völlig ausgeschlossen, da jede Möglichkeit seiner Bildung fehlt. Das Auftreten von Sumpfgas ist äußerst wenig wahrscheinlich. Sumpfgas entsteht allerdings bei der Cellulosegährung, aber ob eine solche im Diffusionsapparate vorkommt, ist sehr fraglich, um so mehr, als dieselbe immer von der Bildung reichlicher Mengen von Essigsäure und Buttersäure begleitet ist, während das Vorkommen dieser Säuren, welches sich der Aufmerksamkeit nicht hätte entziehen können, noch niemals beobachtet worden ist. Es bleibt daher nur noch Wasserstoff übrig, und es ist zu erörtern, wie derselbe entsteht. Bekanntermaßen wird Wasserstoff bei der Buttersäuregährung gebildet und man hat dem Eintritte solcher Gährung das Auftreten des Wasserstoffes zugeschrieben. Aber auch dieses ist unrichtig, denn man hat längst die Erfahrung gemacht, daß man der Entwickelung von Wasserstoff durch Zugabe ganz geringer Mengen von Kalk völlig vorbeugen kann, während die Buttersäuregährung gerade in neutralen oder schwach alkalischen Säften weit energischer verläuft, als in den von Natur schwach sauren Rübensäften.

Wir haben nun schon in der ersten Auflage dieses Buches (1878) es als wahrscheinlich hingestellt, daß die Entwickelung des Wasserstoffes auf eine Einwirkung des sauren Saftes auf das Metall der Gefäße

zurückzuführen sei und haben diese auf die bekannte Eigenschaft der im Rübensafte enthaltenen sauren Salze, Eisen unter Entwickelung von Wasserstoff zu lösen, begründet.

Diese Behauptung ist auf das vollkommenste bestätigt worden durch im Jahre 1883 veröffentlichte Untersuchungen von Chevron, welcher fand, daß Rübensaft in Berührung mit Eisen Wasserstoff entwickelt, während der gleiche Saft ohne Eisen keine Spur davon giebt.

Die Abnutzung, welche die eisernen Diffusionsgefäße erfahrungsmäßig von Jahr zu Jahr erleiden, und durch welche sie nach Ablauf einer gewissen Zeit unbrauchbar werden, ist durch die Säurewirkung der Saftes erklärlich.

3. Die Ventil- und Rohrarmatur der Diffusionsbatterie: Die Diffuseure ruhen mit ihrem unteren Teile auf gemauerten Fundamenten oder eisernen Trägern und ragen mit den Köpfen durch den Fußboden in das nächst höhere Stockwerk hinein, wo auch die Bedienung derselben erfolgt. Die Handräder sämtlicher zur Diffusion gehörigen Ventile befinden sich daher ebenfalls über dem Fußboden des höheren Stockwerkes, auch die der unter diesem Fußboden befindlichen, auf welche für diesen Zweck lange eiserne Stangen aufgesteckt werden.

Wie sich die verschiedenen Ventile um den Diffuseur gruppieren, ist in Fig. 50, einer Ansicht der Diffuseure von oben, nach einer Zeichnung der Sangerhäuser Aktienmaschinenfabrik dargestellt. In derselben sind die oberen Böden (*AA*) zweier Diffuseure dargestellt, auf einem derselben sieht man den Kopf *B* geöffnet, auf dem anderen den Deckel (*C*) geschlossen. Eigentümlich ist der Verschluß des letzteren; derselbe ist nicht aufklappbar, sondern um den Bolzen *a* drehbar. Ist er geschlossen, so greift der Bügel *b* an seinem einen Ende um einen mit Kopf versehenen Bolzen *c*, und man kann dann durch Anziehen einer starken Schraube, welche durch das durch die Mitte des Bügels gebohrte, mit Gewinde versehene Loch geht, den Deckel fest gegen den Kopf des Diffuseurs pressen. *c* ist die Stelle, auf welcher der Lufthahn sitzt. Von der Armatur sieht man: das Wasserventil *D*, den Übersteiger *E* nebst dem unter demselben liegenden Kalorisator *E'* und dem Übersteigeventil *J*; außerdem das Handrad *F* für das Ventil, durch welches man dem Kalorisator Saftdampf zuführen kann, das Ventil *G* für direkten Dampf,

falls man mit diesem heizen muß (siehe später), und das Scheidesaftventil *H*. Eine Anzahl von Ventilen, die ebenfalls zur Batterie gehören, sind nicht in der Zeichnung angegeben, so das schon erwähnte Ventil zum Ablassen des Schnitzelwassers, weil dasselbe an Diffuseuren mit unterer Entleerung nicht vorkommt. Ebenso sind auf der Zeichnung nicht angegeben alle sog. Hauptventile; es sind das Ventile, welche dazu bestimmt sind, die ver schiedenen Rohrstränge im ganzen abzusperren. Solche Absperrvorrichtungen sind unbedingt nötig, um vorkommenden Falls Reparaturen an den Einzelventilen vornehmen zu können, ohne deshalb den ganzen Fabrikbetrieb unterbrechen zu müssen. Ist z. B.

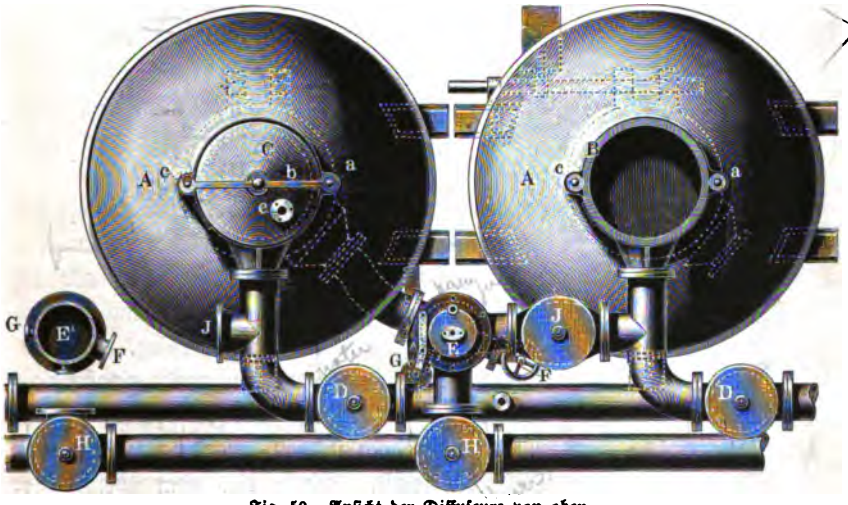


Fig. 50. Ansicht der Diffuseure von oben.

das Wasserventil an einem der Diffuseure undicht geworden, so müßte man um diese kleine Reparatur, die höchstens zehn Minuten Zeit in Anspruch nimmt, zu bewerkstelligen, sämtliche Wasserpumpen anhalten und die Wasserreservoirs entleeren, wenn man den Wasserstrang der Diffusion nicht absperren könnte. Nur das Hauptventil der Scheidesaftleitung hat noch einen besonderen Zweck, den wir später kennen lernen werden.

Die Konstruktion der eigentlichen Diffusionsventile, d. h. der Übersteiger-, Wasser-, und Scheidesaftventile, ist aus Fig. 51 er-

sichtlich. In derselben ist der sog. Kegel eine starke Scheibe aus Rotguß, Messing oder Gußeisen, in dessen untere Fläche eine breite kreisförmige Nute eingedreht ist; in diese Nute wird ein genau passender flacher Ring aus lederhartem Kautschuk eingelegt. Derselbe ist in der Abbildung als schwarzer Querstrich sichtbar. Beim Niederschrauben des Kegels mittelst der Spindel legt sich dieser Kautschukring fest auf den oberen Rand des sorgfältig abgedrehten Sitzes auf und sperrt so den Durchgang der Flüssigkeit vollkommen ab. Man hat für die Diffusion diese Konstruktion gewählt, weil sie gestattet, eine etwa entstandene Undichtigkeit rasch zu beseitigen, da man dazu nur den Deckel des Ventils loszuschrauben und den schlecht gewordenen Kautschukring durch einen neuen zu ersetzen braucht. Absolutes Dichthalten aller an der Diffusion befindlichen Ventile ist eine der ersten Bedingungen für den regelrechten Betrieb, da jede Undichtigkeit derselben Saftverluste oder, bei Undichtigkeit der Dampfventile, noch schwerere Störungen bewirken kann. Deshalb sind auch Hähne, obgleich dieselben weniger Anlagekosten machen, an diesen Stellen unbedingt verwerflich.

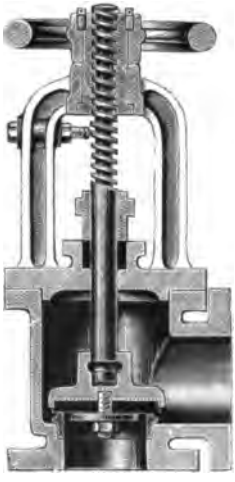


Fig. 51. Diffusionsventil.

Für die Dampfleitung der Diffusion werden meist gewöhnliche Ventile mit Rotgußsitz und -Kegel verwendet, zum Absperren der anderen Rohrstränge verwendet man jedoch in der Regel genau dieselben Ventile, wie in der Diffusion selbst. Auch das Hauptventil der Scheidesaftleitung wird häufig ebenso konstruiert, doch ist eine andere Einrichtung desselben vorteilhafter. Während nämlich die übrigen Hauptventile nur in Notfällen benutzt werden, muß dieses, wie wir später sehen werden, sehr oft bewegt werden; es wird geöffnet, wenn man Saft nach der Scheidung abfertigen will, wieder geschlossen, sobald ein frisch mit Schnitzeln gefüllter Diffuseur mit Saft gefüllt werden soll. Dieses Öffnen und Schließen verlangt Zeit, und, wenn die Zeit für die einzelne Operation auch kurz ist, so ist doch gerade an der Diffusion jede Minute kostbar. Das an dieser Stelle befindliche Ventil wird deshalb besser durch Klappen ersetzt und zwar durch

unbelastete oder durch belastete (Sicherheitsventile), je nach den Verhältnissen.

Wie wir oben gesehen haben, wird der Saft in der Batterie durch hydraulischen Druck vorwärts bewegt und, wenn er konzentriert genug ist, aus der Batterie hinausgedrückt. In den meisten Fällen liegt das Gefäß, in welches der Diffusionssaft hineingedrückt wird, höher, als die Batterie, man verwendet dann die unbelastete Klappe. Dieselbe ist in Fig. 52 dargestellt und zwar in dem Zustande, in dem sie sich befindet, während der Saft hindurchströmt, also die Gummi-

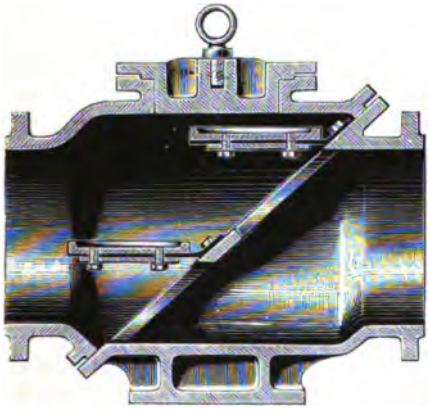


Fig. 52. Diffusionsklappe.

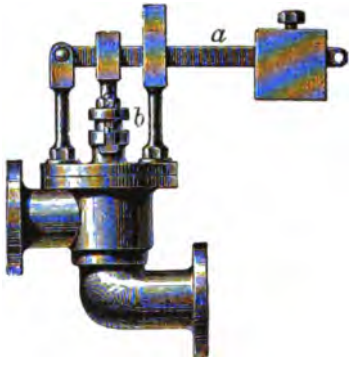


Fig. 53. Belastete Diffusionsklappe.

oder Leder-Klappen geöffnet sind. Hört die Strömung auf, wird also während der Arbeit der Druck der Batterie in den noch nicht mit Saft gefüllten Diffuseur abgeleitet, so schließen sich die Klappen; sie werden durch den Druck des in dem höher gelegenen Gefäße befindlichen Saftes zugedrückt. Anders ist es, wenn dies letztere Gefäß in gleicher Höhe mit der Diffusion oder gar niedriger, als diese, liegt. Man ist dann genötigt, den Druck des Saftes, durch den die Klappe selbstthätig geschlossen wurde, durch Belastung hervorzubringen. Es wird dies erreicht, wenn man an Stelle derselben ein Sicherheitsventil einschaltet, wie es in Fig. 53 dargestellt ist. Der Hebel *a* desselben wird mit einem Gewichte beschwert, welches das Ventil geschlossen hält, so lange kein Saft hindurch gehen soll. Am Ende des Hebels bringt man eine leichte Kette an, an der man denselben heben kann und welche man an einem passend angebrachten Haken so lange befestigt, als das Abdrücken des Saftes dauert.

Von den gewöhnlichen Sicherheitsventilen unterscheidet sich das in Fig. 53 dargestellte dadurch, daß es bei *b* mit einer Stopfbüchse versehen ist, welche das Austreten von Saft während des Drückens verhindert. Man kann auch dieses Sicherheitsventil zu einem automatischen machen, wenn man das Belastungsgewicht so einstellt, daß es gerade nicht mehr gehoben wird, während man den Diffuseur füllt.

Die Zeichnungen zu Fig. 51 und 52 stammen aus der Armaturenfabrik von P. Suckow u. Co. in Breslau, die Zeichnung zu Fig. 53 aus der von Schumann u. Co. in Leipzig-Plagwitz.

Die Durchgangsöffnung der Diffusionsventile, welche mit der lichten Weite der dazugehörigen Rohre übereinstimmen muß, ist für die Leistungsfähigkeit der Batterie von großer Bedeutung; je enger die Rohre sind, ein desto größerer Druck gehört dazu, ein gleiches Quantum Saft in derselben Zeit durch dieselben hindurch zu drücken. Da aber der verfügbare Druck begrenzt ist, so folgt daraus, daß die Rohre um so weiter sein müssen, je mehr Saft man durch dieselben schicken will, also je größer das Rübenquantum ist, welches man mit einer Batterie verarbeiten will, oder auch, man kann mit denselben Diffusionsgefäßen um so mehr Rüben verarbeiten, je weiter die an denselben angebrachten Rohre und Ventile sind. Ob es rationell ist, kleine Gefäße zu dem Zwecke mit weiten Rohren zu versehen, ist eine andere Frage, denn die Größe der einzelnen Diffuseure und die Anzahl derselben, welche laufend im Betriebe sich befindet, ist für die Leistungsfähigkeit der Batterie ebenfalls von Bedeutung. Je größer dieselben sind, gleiche Anzahl derselben als im Betriebe befindlich angenommen, desto mehr Rübenschnitzel sind zu gleicher Zeit im Diffusionsprozesse begriffen, desto größer ist also das Quantum, welches in der Zeiteinheit ausgelaugt oder in 24 Stunden verarbeitet werden kann. Kleinere Diffuseure versieht man daher mit engeren, größere mit weiteren Ventilen; solche mit weniger als 105 mm Durchgang wendet man wohl heute kaum noch an, geht aber bei Diffuseuren von 40—45 metr Füllung bis zu 200 mm.

5. Die Anordnung der Diffusionsbatterie, Zu- und Abführung der Schnitzel.

An sich, d. h. was den eigentlichen Betrieb der Diffusion anlangt, ist es ziemlich gleichgiltig, wie man die einzelnen Diffuseure

gegen einander aufstellt, gruppiert, wenn dieselben nur sämtlich der Reihe nach in der oben erläuterten Weise mit einander verbunden sind. Nur das Bestreben, die Zuführung der rohen Schnitzel von der Maschine zu den Diffuseuren und die Wegschaffung der entzuckerten Schnitzel immer praktischer zu gestalten und dadurch den Betrieb der Diffusion immer billiger zu machen, hat im Laufe der Jahre immer neue Aenderungen in der Anordnung der Batterie hervorgerufen.

Bei den älteren Anlagen wurden die Schnitzel aus der Maschine in kleine Wagen mit schrägem Boden und aufklappbarer Vorderwand geladen, die auf Schienen liefen, welche um die ganze Batterie herum gelegt waren; durch einen aufgesetzten Trichter wurden die Schnitzel in den Diffuseur eingefüllt. Die Aufstellung der Gefäße in zwei Reihen also in einem länglichen Viereck, ergab sich dadurch von selbst. Eine derartige Batterie, bestehend aus zehn cylindrischen Gefäßen, aufgestellt im Jahre 1877 von der Halle'schen Maschinenfabrik, ist in Fig. 54 im Grundrisse, in Fig. 55 im Längendurchschnitte durch die Mitte des Grundrisses und in Fig. 56 im senkrechten Querschnitte dargestellt. In diesen Abbildungen sind die einzelnen Gefäße mit *I* bis *X* bezeichnet.

Etwas seitlich von jedem Diffusionsgefäße befindet sich der Kalorisator, dessen innere Einrichtung, die Anordnung der Wärmeröhren, aus dem Durchschnitte in Fig. 56 sich ergiebt. Die Kalorisatoren sind mit 6 bezeichnet.

Vom Boden eines jeden Gefäßes geht das Abflußrohr 5 aus, und dieses mündet in den unteren Teil des Kalorisators, wo es in die sieben Wärmeröhren sich teilt. Die Kalorisatoren haben gleiche Höhe wie die Diffusionsgefäße. Am Kopfende eines jeden Kalorisators ist ein rechtwinklig gebogenes Rohr, der Übersteiger *a*, Fig. 56 angesetzt, welcher den Kalorisator mit dem nächstfolgenden Gefäße verbindet. An der Biegung trägt der Übersteiger das liegende Absperrventil 1. Die Form des Übersteigers ergiebt sich deutlich aus dem Grundrisse Fig. 54, sein Eintritt in den Hals der Gefäße aus Fig. 56; in Fig. 55 ist die Form des Übersteigers durch die übrigen Leitungen verdeckt.

Die Verbindung der einander gegenüberstehenden Gefäße *V* und *VI*, sowie die der Gefäße *X* und *I* ist so hergestellt, daß der Kalorisator links neben dem Gefäße *V* steht. Das von diesem sich abzweigende Übersteigrohr ist bedeutend verlängert und macht dabei drei rechtwinklige

Biegungen, ehe es in das gegenüberstehende Gefäß *VI* eintritt; das Ventil 1 des Übersteigers liegt gerade vor dem Gefäße *VI*. Auf ganz gleiche Weise kommuniziert Gefäß *X* mit *I*. Der Kalorisator steht rechts neben *X*, das verlängerte Übersteigrohr macht drei knieförmige Biegungen, bis es in dem Halse des Gefäßes *I* mündet; das Ventil des Übersteigers liegt gerade vor dem Halse von *I*.

Dicht unter dem Übersteigrohre befindet sich das Wasserrohr *b* und das Scheidesaftrohr *c*. Beide liegen in einer Ebene; um beide in Fig. 55 sichtbar zu machen, ist das die Wasserröhrentour verdeckende Scheidesaftrohr an einzelnen Stellen abgebrochen gezeichnet.

Die Wasserrohrtour liegt den Diffusionsgefäßen zunächst, sie beginnt bei Gefäß *I* und kommt dort von einem hochstehenden Reservoire. Sie geht an den Gefäßen *I* bis *V* entlang, biegt dann um, geht wieder an den Gefäßen *VI* bis *X* entlang und endet am Gefäße *X*.

Die Scheidesaftleitung nimmt ihren Anfang neben dem Kalorisator von Gefäß *I*, geht an *I* bis *V* entlang, biegt hier um, geht von Gefäß *VI* bis *X* und ist hier in einem, in der Zeichnung nicht mehr sichtbaren Rohre bis zu den Scheidepfannen, oder zum Meßgefäße, verlängert.

Die Wasserrohrtour hat vor jedem Gefäße ein stehendes Ventil 2, durch welches es möglich ist, die Zuleitung zu jedem Gefäße herzustellen und zu unterbrechen. Die Verbindung mit den Gefäßen wird dadurch bewirkt, daß ein von dem Hauptrohre abgezweigter kurzer Rohrstutzen in den Schenkel des knieförmigen Übersteigers einmündet, welcher in das Diffusionsgefäß eintritt, wie aus Fig. 56 sich deutlich ergiebt.

Auf ähnliche Weise ist die Scheidesaftleitung mit jedem Gefäße verbunden, mit dem Unterschiede jedoch, daß diese mit dem unteren Teile der Gefäße kommuniziert, während die Wassertour mit dem oberen Teile der Gefäße in Verbindung steht, weil die Bewegung der Säfte so zu erfolgen hat, daß das Wasser oben eintritt und die Säfte von unten verdrängt, sie durch den nächsten Kalorisator aufsteigen läßt und sie dann entweder durch den Übersteiger dem folgenden Gefäße oder der Scheidepfanne zuführt. Dies wird dadurch erreicht, daß von dem Übersteiger, gleich nach seinem Austritte aus dem Kalorisator, ein kurzes Rohrstück abzweigt, welches mit der, in Fig. 54 schwarz gehaltenen, Scheidepfannentour verbunden ist. Dieses Rohrstück wird durch das stehende Ventil 3 geöffnet oder abgesperrt.

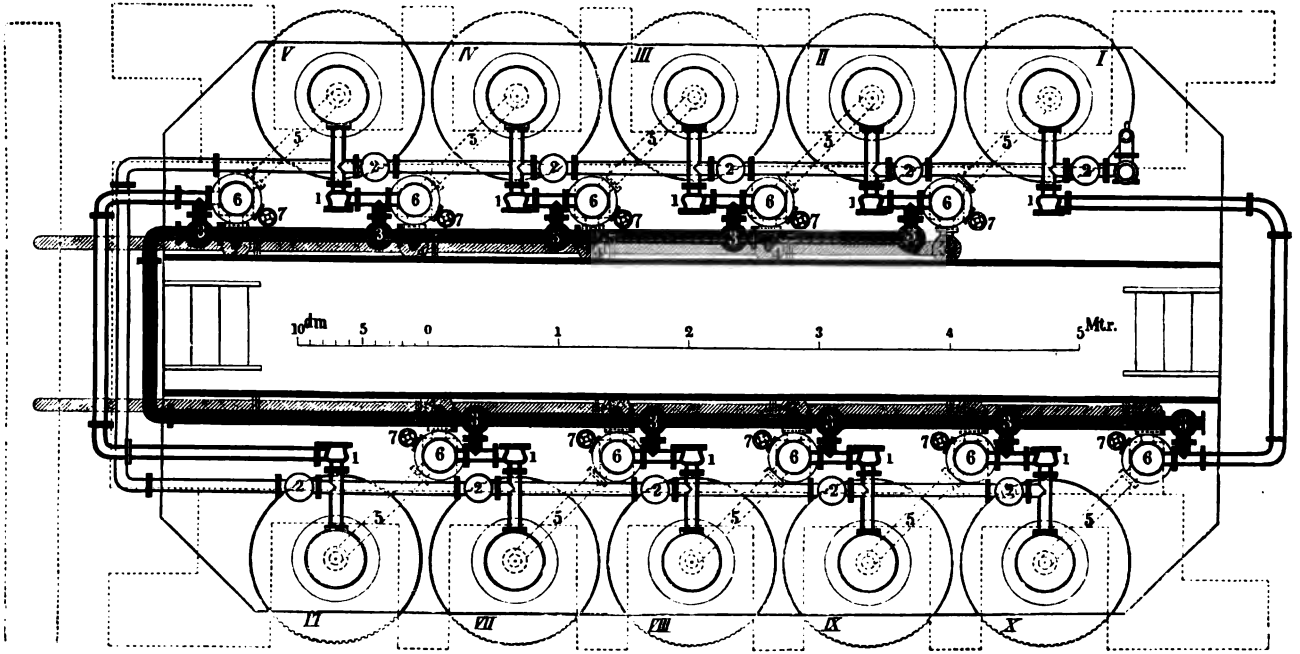


Fig. 54.

Grundriß einer älteren Diffusionsbatterie.

I—X Diffuseure
1 Uebersteigeventile
2 Wasserventile
3 Scheidesaftventile
4 Ablaßventile
5 Ablaufrohre
6 Kalorisatoren
7 Dampfventile

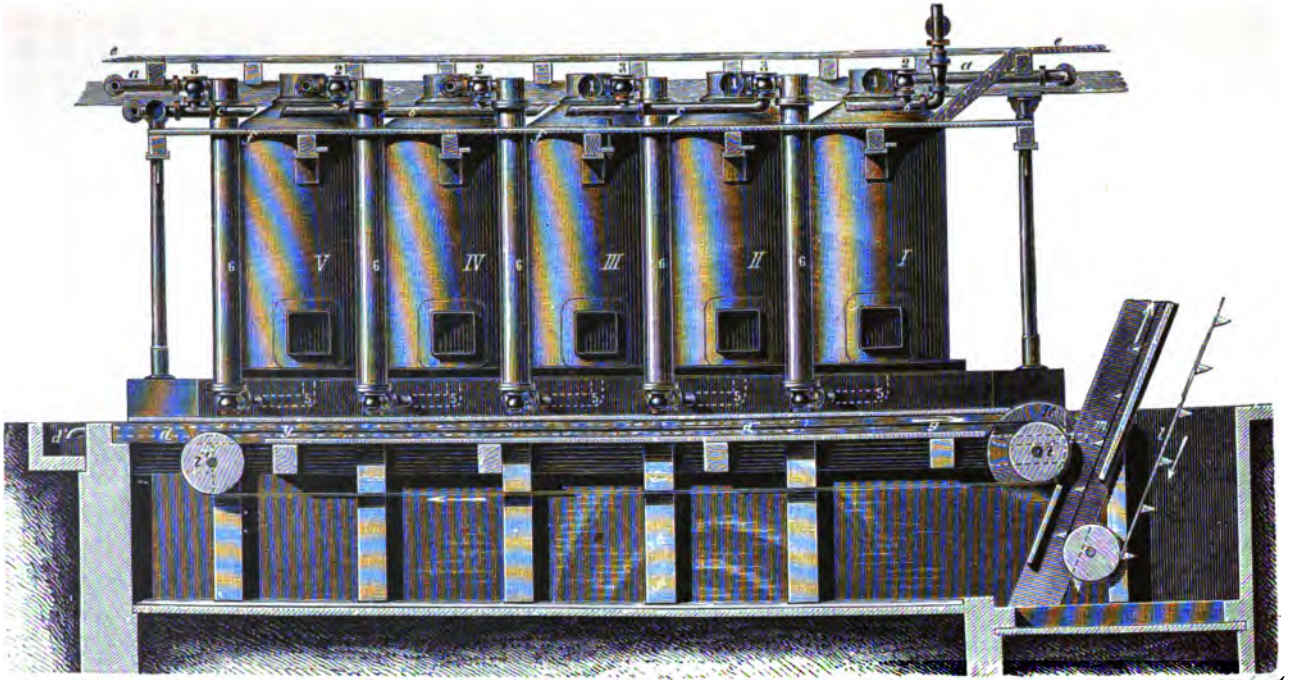
Zur Ableitung des Schnitzelwassers dienen die unterhalb an der vorderen Seite der Kalorisatoren liegenden beiden Röhrentouren *d*, in Fig. 54 schraffiert dargestellt, von denen die eine vor den Gefäßen *I* bis *V* liegt, bei *I* anfangend und neben *V* in einer offenen Rinne *d'* endigend; die zweite Röhre nimmt ihren Anfang vor Gefäß *X* und endet neben *VI* in derselben Rinne (Fig. 54 u. 55); durch kurze Rohrstutzen, die durch die Ventile 4 dicht verschließbar sind, stehen die Schnitzelwasserröhren mit dem unteren Ende der Kalorisatoren in Verbindung.

Die Heizung der Kalorisatoren erfolgt durch in den Mantel derselben oben einströmenden Dampf; das dabei im Mantel verdichtete Wasser fließt durch eine Retourleitung ab. Die Dampfleitung und die Retourleitung sind in unseren Zeichnungen nicht dargestellt, die Ventile der Dampfleitung sind in Fig. 54 mit 7 bezeichnet.

Die oberen Mannlöcher der Gefäße sind von einem an beiden Reihen entlang laufenden Podium *e e* (Fig. 56) leicht zugängig, auf diesem liegt das Schienengleis, welches die Verbindung der Gefäße mit der Schnitzelmaschine herstellt. Ein zweites, von Querbalken getragenes Podium *f f* befindet sich zwischen den beiden Reihen der Gefäße, etwas tiefer als *e*, von hier aus sind die Ventile 1, 2, 3 zu erreichen und zu übersehen. Ein drittes Podium *g* ist unterhalb der Ventile 4 angebracht.

Von diesem dritten Podium werden, durch eine mechanische Vorrichtung, die erschöpften Schnitzel fortgeschafft. Zu diesem Behufe ist in der Mitte eine vertiefte Rinne *h* (Fig. 55 u. 56) angebracht, auf deren Boden sich ein denselben bedeckendes endloses Gewebe (ein Gurt) in der Richtung der beiden Pfeile (Fig. 55) bewegt. Dasselbe ist um die Spanntrommeln *i i'* geschlungen, von denen *i* durch eine seitlich angeordnete Riemenscheibe in Bewegung versetzt wird. Die aus den unteren Mannlöchern herausgezogenen Schnitzel fallen zunächst auf das Podium *g* und brauchen dann nur in die Rinne *h* gekehrt zu werden, wo sie von dem Gurte mitgenommen werden und, an der Walze *i* angelangt, auf einen, sich in der Richtung der Pfeile aufwärts bewegenden, Elevator *l* fallen, um hier, von dem Kasten *m* aufgenommen, weiter befördert zu werden.

Die Arbeit mit dieser Batterie ist nach dem Früheren leicht verständlich.



1 Uebersteigeventile
2 Wasserventile
3 Scheidesaftventile
4 Ablaßventile
5 Ablaufrohre
6 Kalorisatoren
7 Dampfventile
a Uebersteigerohre
b Wasserrohr
c Scheidesaftrohr
d Schnitzelwasserrohr
e oberster Fußboden
f zweites Podium
g unterstes Podium
h Schnitzelgurt
i Transporteurtrommeln
l Schnitzelelevator

Fig. 55.
Längsdurchschnitt einer älteren Diffusionsbatterie.

Um in einem Beispiele den möglichst einfachen Fall zu wählen, sei angenommen, der Inhalt von Gefäß *I* solle durch Wasser nach *II* getrieben werden, dem Gefäße *III* solle aus *II* heißer Saft zugeführt werden, der Saft von *III* solle nach der Scheidepfanne verdrängt werden. Es ergiebt sich dann folgende Ventilstellung, wobei alle nicht genannten Ventile der ganzen Batterie als geschlossen betrachtet werden müssen.

Gefäß *I.* Wasserventil auf,
Übersteiger nach *II* auf.
Gefäß *II.* Übersteiger nach *III* auf,
Dampfventil am Übersteiger nach *III* auf.
Gefäß *III.* Ventil nach der Scheidepfannentour auf.

Bei dieser Stellung der Ventile strömt das Wasser in *I* oben ein, treibt den Saft durch das am Boden befindliche Abflußrohr (5) durch den kalten Kalorisator (6) in die Höhe, läßt ihn durch das offene Ventil (1) in das Übersteigrohr (*a*) treten, von da in den oberen Teil von Gefäß *II.* Da dieses Gefäß aber gänzlich gefüllt ist, so wird der Inhalt desselben durch das untere Abflußrohr (5) in den folgenden, geheizten Kalorisator treten, in diesem aufsteigend sich erwärmen und heiß durch das offene Ventil (1) des nächsten Übersteigrohres (*a*) in dem Gefäße *III* oben ankommen. Der Saft von *III* wird dann durch das Abflußrohr (5) unten in dem folgenden Kalorisator aufsteigen, er kann aber nicht nach *IV* übertreten, weil das Ventil des Übersteigers geschlossen ist, nimmt vielmehr seinen Weg durch das offene Ventil (3) der Scheidesaftrohrtour (*c*). Den Wasserdruck läßt man so lange wirken, bis die Scheidepfanne bis zur bestimmten, dem Inhalte einer Gefäßfüllung entsprechenden Höhe gefüllt ist.

Als weiteres Beispiel sei angenommen, unter sonst gleichen Verhältnissen solle das mit frischen Schnitzeln gefüllte Gefäß *IV* durch den auf *I* stehenden Wasserdruck mit Saft aus *III* gefüllt werden. Der einfachste hierbei einzuschlagende Weg würde der sein, daß man den Übersteiger zwischen *III* und *IV* öffnete (nachdem selbstverständlich die Verbindung mit der Scheidepfannentour abgesperrt ist) und den Saft von *III* durch den Übersteiger nach *IV* gelangen ließe. Dies Verfahren ist jedoch nicht zu empfehlen, da der von oben einströmende Saft sich nie gleichmäßig mit den Schnitzeln mischt, es bleibt dabei zwischen den Schnitzelmassen Luft zurück, die die Berührung des Saftes mit den

Schnitzeln verhindert und also an solchen Stellen den Diffusionsprozeß nicht eintreten läßt. Um dies zu vermeiden läßt man den Saft in das mit Schnitzeln gefüllte Gefäß von unten eintreten. Der Saft dringt dann, ganz gleichmäßig von unten aufsteigend, überall in die locker liegende Schnitzelmasse ein und verdrängt, in dem

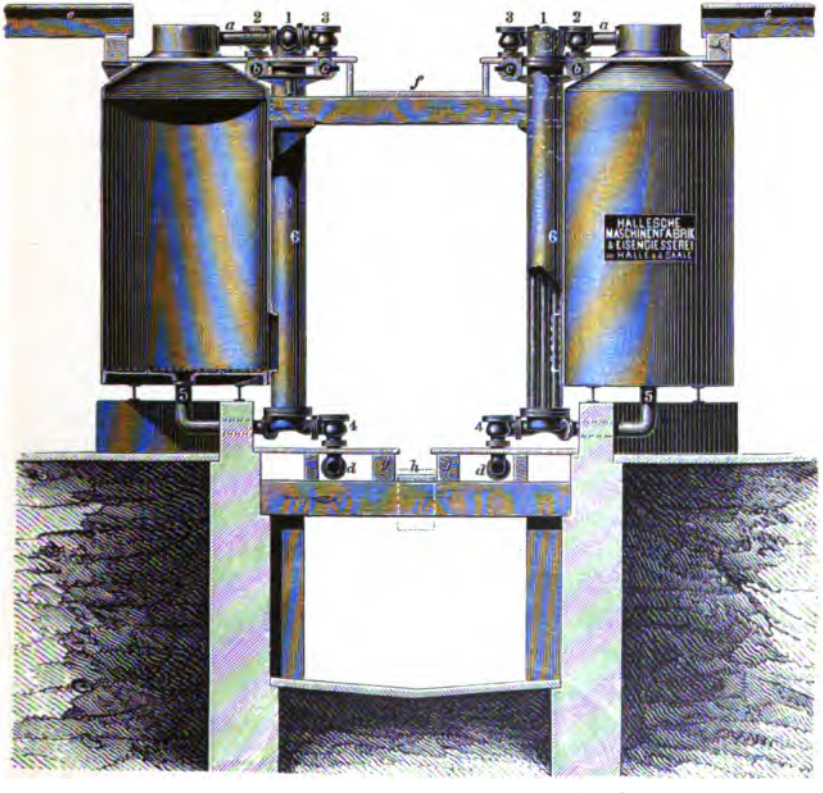


Fig. 56. Senkrechter Querschnitt einer älteren Diffusionsbatterie.

1 Uebersteigeventile	5 Ablaufrohr	b Wasserrohr	f zweites Podium
2 Wasserventile	6 Kalorisatoren	c Scheidesaftrohr	g unterstes Podium
3 Scheidesaftventile	7 Dampfventile	d Schnitzelwasserrohr	h Schnitzelgurt
4 Ablaßventile	a Uebersteigerohre	e oberster Fußboden	

Maße, wie er höher und höher kommt, die Luft so vollständig, daß schließlich die Schnitzel vollständig von Saft umgeben sind. Um bei dieser Art der Füllung der Luft einen Ausweg zu lassen, bleibt während des Zuströmens des Saftes der am Deckel befindliche Lufthahn geöffnet, der dann zugleich durch den Austritt eines Saftstrahles

die erfolgte Füllung des Gefäßes anzeigt, worauf der Zufluß des Wassers unterbrochen wird. Ist ein selbstthätiger Entlufter vorhanden, so erfüllt dieser ohne weiteres Zuthun die Aufgabe des Lufthahnes.

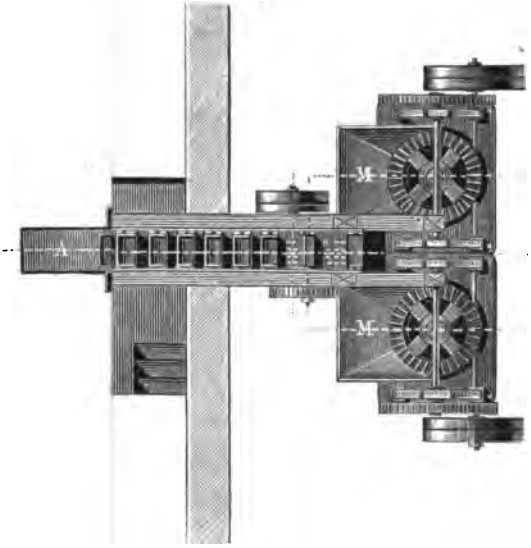
Um auf diese Weise von Gefäß *I* ausgehend das Gefäß *IV* von unten mit Saft von *III* zu füllen, ist folgende Ventilstellung vorzunehmen:

Gefäß *I.* Wasserventil auf,
Übersteiger auf.
Gefäß *II.* Übersteiger nach *III* auf.
Gefäß *III.* Übersteiger zwischen *III* und *IV* geschlossen.
Ventil am Ende der Scheidepfannentour geschlossen.
Ventil (3) nach der Scheidepfannentour auf.
Gefäß *IV.* Übersteiger zwischen *IV* und *V* geschlossen.
Ventil (3) nach der Scheidepfannentour auf.

Bei dieser Stellung der Ventile ist der Saft gezwungen, folgenden Weg zu nehmen:

Das Wasser drückt auf *I*, treibt den Saft durch das Abflußrohr, Kalorisator und Übersteiger nach *II*; von *II* tritt der Saft auf gleichem Wege nach *III*; der durch das Abflußrohr und den Kalorisator von *III* kommende Saft findet den nach *IV* leitenden Übersteiger verschlossen und tritt in die offene Scheidepfannentour, kann aber nicht in die Scheidepfanne abfließen, weil das am Ende der Scheidesafttour befindliche Hauptventil geschlossen ist; das offene Ventil der Scheidesafttour zwischen Gefäß *IV* und *V* gestattet nun dem Safte den Eintritt in den oberen Teil des zwischen *IV* und *V* befindlichen Kalorisators, in diesem fließt er herab und vom Boden desselben durch das Abflußrohr des Gefäßes *IV* in dieses von unten ein. So füllt sich das Gefäß *IV* durch diese einfache Stellung der Ventile von selbst und ganz gleichmäßig mit Saft. Auf gleiche Weise verfährt man bei der Füllung eines jeden Gefäßes. Will man mit heißem Safte füllen, so öffnet man die Dampfventile an den beiden zuletzt vom Safte durchströmten Kalorisatoren und kann dann die Temperatur der Saftes beliebig regeln, je nachdem man mehr oder weniger Dampf in die Mäntel der Kalorisatoren läßt und je nachdem man dem Safte eine mehr oder weniger große Stromgeschwindigkeit giebt.

Der erste Versuch, die kostspielige und zeitraubende Beförderung der Schnitzel in die Diffusionsgefäße vermittelst Wagen durch eine billiger arbeitende Einrichtung zu ersetzen, war die Aufstellung



nmende Teil des Uebersteigers
Teil des Uebersteigers

halbkreisförmiger oder kreisrunder Batterien. Bei beiden Anlagen, von denen die erste Art von der Sangerhäuser, die zweite von der Halle'schen Maschinenfabrik konstruiert wurde, steht die Schnitzelmaschine im Mittelpunkte hoch über einem Kreise oder Halbkreise von Diffuseuren und ist mit einem langen Auslaufrumpfe (*E* in Fig. 57) versehen, dessen unteres Ende bis nahe an die oberne Mannlöcher der Gefäße reicht. Dieser Rumpf ist in der Horizontale drehbar, so daß man mittels desselben jeden beliebigen Diffuseur der Batterie füllen kann.

Die Ausrüstung dieser Diffusionsbatterien ist im wesentlichen dieselbe wie die der vorigen, so daß wir uns eine ausführliche Beschreibung derselben erlassen können. Kleine Abweichungen sind aus den beistehenden sehr ausführlichen Zeichnungen (Fig. 57 und 58) leicht zu ersehen.

Bei der hier dargestellten Anlage gelangen die Rüben aus dem Rumpfe *A* mittelst Elevators *B* auf die Schurre *C*, von der sie in den Rumpf der Schneidemaschine *D* mit drehbarem Unterteile gefördert werden (s. auch Fig. 22). Die Schnitzel fallen über die drehbare Schurre *E* in die einzelnen Gefäße. Diese sind mit abgerundetem Boden versehen und stehen, von eisernen Säulen und Mauerwerk getragen, im Kreise rings um die Grube *F*, der sie sämtlich ihre unteren Mannlöcher zukehren. Beim Öffnen der Mannlöcher stürzen das Wasser und die Schnitzel in die Grube. Die Schnitzel bleiben auf den gelochten Eisenplatten *G* liegen, während das Wasser durch einen Kanal abgeleitet wird. Nach dem Ablaufen des Wassers werden die Schnitzel durch eine bis dahin mit einem Deckel *J* verschlossene Öffnung in eine unter den Siebplatten liegende, mit einer nicht gelochten Platte abgedeckte Rinne *H* geworfen, in der sie durch die Schnecke *K*, die ihre Bewegung durch die Riemenscheibe *f* und die konischen Räder *e e'* erhält, dem Elevator *L* zugeführt und von diesem zwei nebeneinander stehenden, später zu beschreibenden Bergreen'schen Pressen *M* überliefert werden.

Die kreis- oder halbkreisförmigen Batterien haben in der Industrie nur eine kurze Lebensdauer gehabt; da die deutschen Zuckerfabriken fortwährend bestrebt waren und teilweise noch sind, sich zu vergrößern, wurden bald überall die Diffusionsanlagen zu klein. Eine Vergrößerung derselben war bei den älteren Batterien von zwölf in einem Rechteck

stehenden Gefäßen meist leicht; man fügte einfach an jeder der beiden Reihen eine Anzahl neuer Diffuseure an und erhielt so zwei geradlinige Batterien von je 10 oder 11 Gefäßen. Nicht so bei den in Frage stehenden Anlagen. Bei diesen konnte man wohl den einzelnen Diffuseuren durch in den Mantel derselben eingesetzte Blechstreifen einen etwas größeren Inhalt geben und dadurch ihre Leistungsfähigkeit etwas erhöhen, im übrigen aber war an der einmal vorhandenen Anlage, gerade der Kreisform wegen, kaum etwas zu ändern möglich. Da außerdem diese Batterien einen großen Raum einnehmen und infolgedessen meist der Platz für Aufstellung einer zweiten Batterie fehlte, verschwanden dieselben nach und nach wieder aus vielen Fabriken.

Bei neuen Anlagen stellt man die Gefäße einer Batterie stets in gerader Linie auf und führt ihnen die Schnitzel durch einen Transporteur zu.

Die älteste Art von Schnitzeltransporteuren besteht in einem über zwei Randscheiben horizontal gespannten Gurte, auf welchen die aus der Schnitzelmaschine kommenden Schnitzel fallen. Der Gurt, welcher, wie wir dies schon bei früher beschriebenen Transporteuren gesehen haben, um ein Durchhängen zu verhindern, durch Laufrollen getragen wird, ist an beiden Seiten mit Wangen aus Eisenblech eingefaßt. In diesen Wangen sind Thüren, für jeden Diffuseur eine, angebracht, durch welche die Schnitzel seitwärts in eine Schurre und von da in den Diffuseur fallen können. Der Gurt nimmt bei seiner Vorwärtsbewegung die Schnitzel mit; an der Stelle, wo letztere in den Diffuseur fallen sollen, ist quer über den Gurt, aber in schräger Richtung, eine Bürste eingesetzt, an welcher sich die Schnitzel stauen und dann seitwärts, an der Bürste entlang, durch die offene Thür in die Schurre abgleiten. Den Gurt fertigt man aus Guttapercha, weil dieses Material beim Erhitzen erweicht und man daher die Enden des Gurtes leicht durch Zusammenschweißen vereinigen kann. Beim Zusammenschrauben des Schnitzeltransporteurs würde man stets eine Stelle erhalten, wo derselbe beim Umlaufen stößt, wobei ein Verschütten von Schnitzeln unausbleiblich ist.

Daß man, wie bei allen Transporteuren und Elevatoren, die eine der Randscheiben zum Verstellen mittels Schrauben einrichtet, damit man den etwa lang gewordenen Gurt spannen kann, soll nur erwähnt werden.

Diese sogenannten Fülltransporteure haben den Nachteil, daß sich unter den Rändern des Gurtes, an den Randscheiben, überhaupt an vielen Stellen desselben, Rübenteile festsetzen, die leicht in Säuerung übergehen und dadurch übel auf die sonst gesunden Schnitzel einwirken können. In neuerer Zeit zieht man daher die, meines Wissens zuerst von der Sangerhäuser Aktien-Maschinenfabrik und Eisengießerei, vorm. Hornung & Rabe, erbauten Rechentransporteure vor, welche diesen Übelstand nicht besitzen und außerordentlich zuverlässig arbeiten.

Fig. 59 und 60 zeigen eine Diffusions-Anlage genannter Fabrik mit diesem Transporteur.

Aus der Schnitzelmaschine *A* fallen die Schnitzel in die Blechrinne *E*, in welcher sie durch eiserne Rechen *B* vorwärts geschoben werden. Die Rechen

Fig. 59. Fig. 60

Anlage eines Rechentransporteurs

sind an einer Kette ohne Ende, welche durch das Zackenrad *D* getrieben wird, befestigt. Im Boden der Rinne *E* sind mit Schiebern (*F*) verschließbare Öffnungen angebracht, durch welche die Schnitzel in den Rumpf *C* und von da in den Diffuseur fallen. Bei der hier abgebildeten Anlage bedient der Transporteur zwei Reihen von Diffuseuren, der Rumpf *C* ist deshalb drehbar.

Ebenfalls bewährte Rechentransporteure liefert die Maschinen- und Werkzeugfabrik, Aktien-Gesellschaft, vorm. Aug. Paschen, in Köthen. In der Abbildung desselben (Fig. 61) sieht man die Zuführungsschnecke (*A*), die beiden Ketten (*B*, B^1), welche die Rechen tragen,

stehenden Gefäßen meist leicht; man fügte einfach an jeder der beiden Reihen eine Anzahl neuer Diffuseure an und erhielt so zwei geradlinige Batterien von je 10 oder 11 Gefäßen. Nicht so bei den in Frage stehenden Anlagen. Bei diesen konnte man wohl den einzelnen Diffuseuren durch in den Mantel derselben eingesetzte Blechstreifen einen etwas größeren Inhalt geben und dadurch ihre Leistungsfähigkeit etwas erhöhen, im übrigen aber war an der einmal vorhandenen Anlage, gerade der Kreisform wegen, kaum etwas zu ändern möglich. Da außerdem diese Batterien einen großen Raum einnehmen und infolgedessen meist der Platz für Aufstellung einer zweiten Batterie fehlte, verschwanden dieselben nach und nach wieder aus vielen Fabriken.

Bei neuen Anlagen stellt man die Gefäße einer Batterie stets in gerader Linie auf und führt ihnen die Schnitzel durch einen Transporteur zu.

Die älteste Art von Schnitzeltransporteuren besteht in einem über zwei Randscheiben horizontal gespannten Gurte, auf welchen die aus der Schnitzelmaschine kommenden Schnitzel fallen. Der Gurt, welcher, wie wir dies schon bei früher beschriebenen Transporteuren gesehen haben, um ein Durchhängen zu verhindern, durch Laufrollen getragen wird, ist an beiden Seiten mit Wangen aus Eisenblech eingefaßt. In diesen Wangen sind Thüren, für jeden Diffuseur eine, angebracht, durch welche die Schnitzel seitwärts in eine Schurre und von da in den Diffuseur fallen können. Der Gurt nimmt bei seiner Vorwärtsbewegung die Schnitzel mit; an der Stelle, wo letztere in den Diffuseur fallen sollen, ist quer über den Gurt, aber in schräger Richtung, eine Bürste eingesetzt, an welcher sich die Schnitzel stauen und dann seitwärts, an der Bürste entlang, durch die offene Thür in die Schurre abgleiten. Den Gurt fertigt man aus Guttapercha, weil dieses Material beim Erhitzen erweicht und man daher die Enden des Gurtes leicht durch Zusammenschweißen vereinigen kann. Beim Zusammenschrauben des Schnitzeltransporteurs würde man stets eine Stelle erhalten, wo derselbe beim Umlaufen stößt, wobei ein Verschütten von Schnitzeln unausbleiblich ist.

Daß man, wie bei allen Transporteuren und Elevatoren, die eine der Randscheiben zum Verstellen mittels Schrauben einrichtet, damit man den etwa lang gewordenen Gurt spannen kann, soll nur erwähnt werden.

Dieſe ſogenannten Fülltransporteure haben den Nachteil, daß ſich unter den Rändern des Gurtes, an den Randſcheiben, überhaupt an vielen Stellen desſelben, Rübenteile feſtſetzen, die leicht in Säuerung übergehen und dadurch übel auf die ſonſt geſunden Schnitzel einwirken können. In neuerer Zeit zieht man daher die, meines Wiſſens zuerſt von der Sangerhäuſer Aktien-Maſchinenfabrik und Eiſengießerei, vorm. Hornung & Rabe, erbauten Rechentransporteure vor, welche dieſen Übelſtand nicht beſitzen und außerordentlich zuverläſſig arbeiten.

Fig. 59 und 60 zeigen eine Diffuſions-Anlage genannter Fabrik mit dieſem Transporteur.

Aus der Schnitzelmaſchine *A* fallen die Schnitzel in die Blechrinne *E*, in welcher ſie durch eiſerne Rechen *B* vorwärts geſchoben werden. Die Rechen

Fig. 59. Fig. 60

Anlage eines Rechentransporteurs

ſind an einer Kette ohne Ende, welche durch das Zackenrad *D* getrieben wird, befeſtigt. Im Boden der Rinne *E* ſind mit Schiebern (*F*) verſchließbare Öffnungen angebracht, durch welche die Schnitzel in den Rumpf *C* und von da in den Diffuſeur fallen. Bei der hier abgebildeten Anlage bedient der Transporteur zwei Reihen von Diffuſeuren, der Rumpf *C* iſt deshalb drehbar.

Ebenfalls bewährte Rechentransporteure liefert die Maſchinen- und Werkzeugfabrik, Aktien-Geſellſchaft, vorm. Aug. Paſchen, in Köthen. In der Abbildung desſelben (Fig. 61) ſieht man die Zuführungsſchnecke (*A*), die beiden Ketten (*B*, B^1), welche die Rechen tragen,

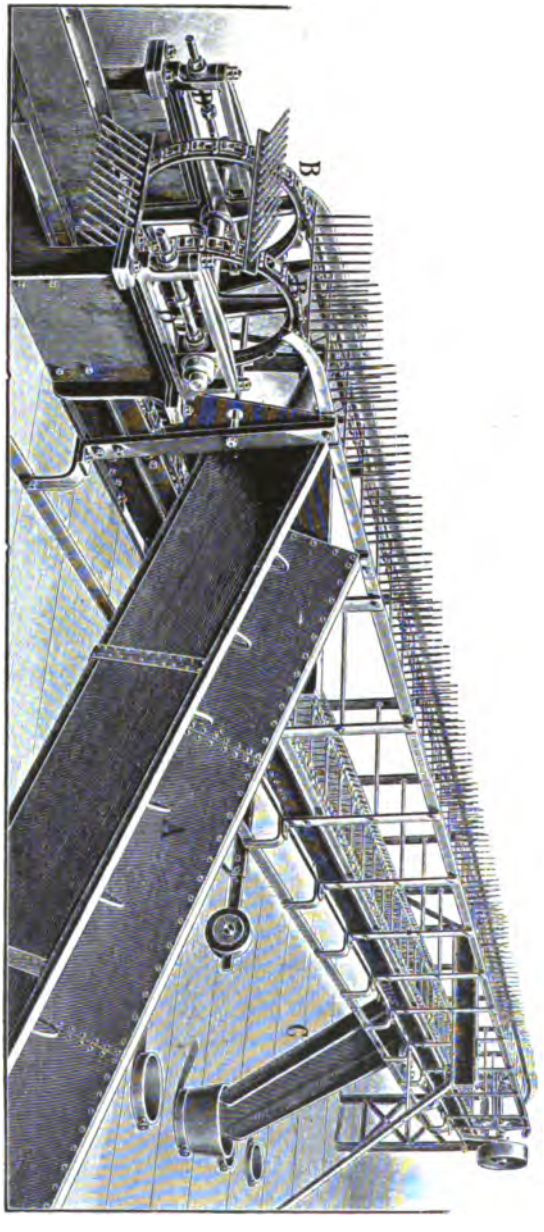


Fig. 61. Rechentransporteur.

den Füllrumpf *C* und, was für alle Transporteure von Wichtigkeit ist, die Spannvorrichtung *D*. Im übrigen ist die Abbildung aus sich selbst verständlich.

Eine ganz moderne Diffusionsanlage mit Rechentransporteur ist in Fig. 62 dargestellt. Bei den älteren Konstruktionen des letzteren muß die Schnitzelmaschine sehr hoch gestellt werden, also einen sehr hohen Unterbau erhalten. Ein solcher Unterbau ist aber nur mit vielen Kosten so herzustellen, daß er den heftigen Erschütterungen, die er durch die Schnitzelmaschine erleidet, widersteht und hat noch den weiteren Nachteil zur Folge, daß nunmehr auch die Rübenwage höher gestellt, der Rübenelevator höher geführt werden muß u. s. w. Durch den Knick im Transporteur sind diese Übelstände beseitigt; die Schnitzelmaschine kann jetzt, wie es bei den ältesten Diffusionsanlagen der Fall war, in demselben Stockwerke stehen, in welchem sich die Köpfe der Diffuseure befinden. Einer Erklärung bedarf die Abbildung nicht.

Für die Wegführung der entzuckerten Schnitzel aus der Diffusionsbatterie giebt es ebenfalls verschiedene Einrichtungen, von denen wir schon einige kennen gelernt haben. Die älteste derselben ist wieder der horizontale Gurttransporteur (s. S. 156), der noch vielfach im Gebrauche ist, nämlich überall da, wo die Schnitzel verhältnismäßig trocken aus den Diffuseuren kommen, d. h. wo man vor der Entleerung der letzteren das Schnitzelwasser abläßt oder mit komprimierter Luft abdrückt (s. später). Auch die Transportschnecke (S. 161) ist in diesem Falle zu empfehlen; sie ist für Schnitzel durchaus geeignet, da sie dieselben ohne übermäßigen Kraftaufwand und ohne Störungen bewältigt. Für das Heben der Rüben und des Schmutzwassers aus der Schwemme eignet sich dieselbe, wie wir früher sahen, weniger, weil sie dabei sehr stark abgenutzt wird, für die sandfreien, weichen und etwas schlüpfrigen Schnitzel hingegen ist sie entschieden eine der besten Vorrichtungen.

Durch die Schnecke oder den Gurt werden die Schnitzel einem schräg liegenden Elevator zugeführt, der sie in ein höher gelegenes Stockwerk und dort in die später zu besprechenden Schnitzelpressen befördert. Dieser Elevator besteht in diesem Falle zumeist aus einem Gurt aus Guttapercha, mit Kautschuk präpariertem Gewebe oder auch nur aus Hanfgewebe. Auf diesen Gurt sind Holzklötze aufgeschraubt (s. die Abb. auf S. 157).

Bei Diffuseuren mit unterer Entleerung ist die Einrichtung häufig eine andere. In Fig. 63 ist ein solcher Diffuseur, Sangerhäuser

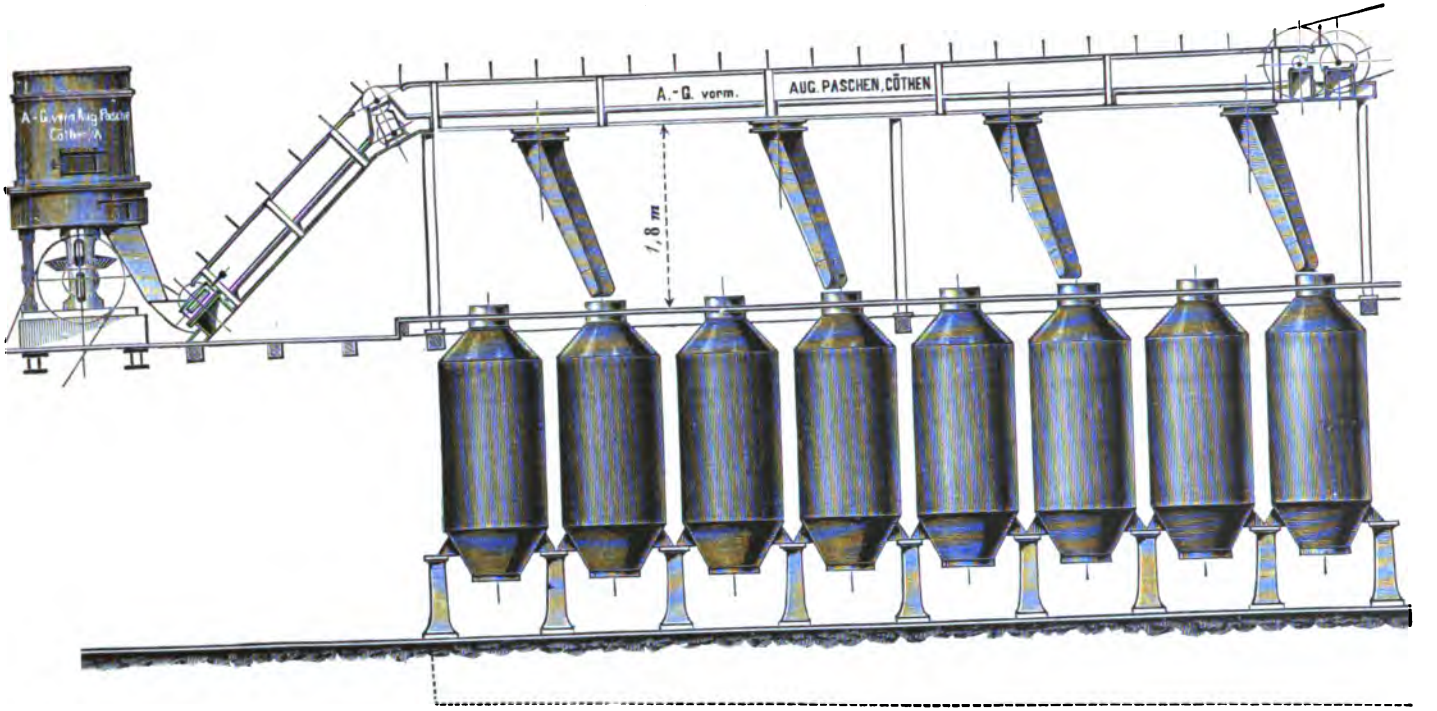


Fig. 62. Rechentransporteur mit Knick.

Konſtruktion, dargeſtellt; in derſelben iſt *a* eine Schraube, durch welche mittelſt des Bügels *b* die Bodenklappe dichtgeſchraubt wird, nachdem dieſelbe durch Aufwinden der Kette *d* auf das Rad *e* mittelſt des Hebels *c* angezogen und gegen den unteren Rand des Gefäßes gedrückt worden iſt. Das Rad wird durch eine Klinke in ſeiner Lage

Fig. 68. Diffuſeur.

feſtgehalten, die Schraube *a* ſitzt beweglich in einer Klaue des Bügels *b*.

Will man den Diffuſeur entleeren, ſo ſchlägt man die Klinke zurück, lüftet die Schraube *a* und ſchlägt ſie aus der Klaue des Bügels, in welchem ſie ſitzt, ſeitwärts heraus; der Boden öffnet ſich dann und der ganze Inhalt des Gefäßes, Waſſer und Schnitzel, ſtürzt auf ein

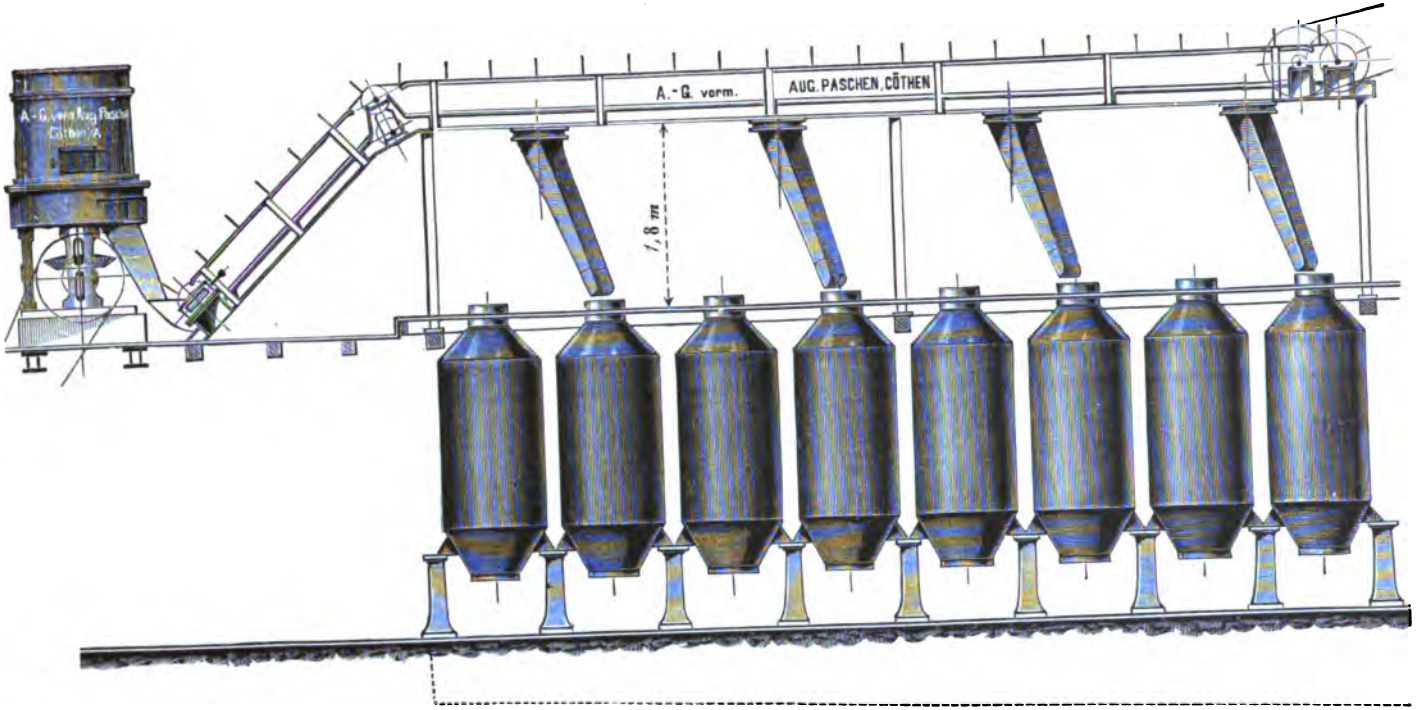


Fig. 62. Rechentransporteur mit Knick.

Konstruktion, dargestellt; in derselben ist *a* eine Schraube, durch welche mittelst des Bügels *b* die Bodenklappe dichtgeschraubt wird, nachdem dieselbe durch Aufwinden der Kette *d* auf das Rad *e* mittelst des Hebels *c* angezogen und gegen den unteren Rand des Gefäßes gedrückt worden ist. Das Rad wird durch eine Klinke in seiner Lage

Fig. 63. Diffuseur.

festgehalten, die Schraube *a* sitzt beweglich in einer Klaue des Bügels *b*.

Will man den Diffuseur entleeren, so schlägt man die Klinke zurück, lüftet die Schraube *a* und schlägt sie aus der Klaue des Bügels, in welchem sie sitzt, seitwärts heraus; der Boden öffnet sich dann und der ganze Inhalt des Gefäßes, Wasser und Schnitzel, stürzt auf ein

Mal in die unter der ganzen Diffuseurreihe liegende, aus Cement hergestellte Schwemmrinne *A*, in welcher derselbe nach einer Grube läuft, aus der ein Bagger, ähnlich dem früher beschriebenen Schlammbagger, die Schnitzel in die Höhe befördert. Daß dabei für einen geeigneten Abfluß des Wassers gesorgt werden muß, wenn die Schwemme überhaupt wirken soll, haben wir schon bei der Rübenschwemme erörtert.

6. Der Betrieb der Diffusion.

Nachdem wir die Einrichtungen der Diffusionsbatterie ausführlich kennen gelernt haben, wollen wir die Handhabung derselben, wie sie sich in der Praxis herausgebildet hat, beschreiben:

a. Beginn des Betriebes: Bevor man mit dem Schneiden von Rüben beginnt, sorgt man für einen gewissen Vorrat von heißem Wasser; man heizt die Batterie zwei bis drei Stunden vor Beginn des eigentlichen Betriebes an. Zu dem Zwecke füllt man den Diffuseur *I* (Fig. 54) langsam mit Wasser, indem man das Wasserventil (2) desselben etwas öffnet. Zugleich stellt man den Dampf an der Heizvorrichtung des Druckwasserstranges an, sodaß das Wasser schon mit einer Temperatur von etwa 50° C (40° R) einläuft.

Ist Diffuseur *I* gefüllt, so schließt man den Deckel desselben, öffnet den Übersteiger (1) von Diffuseur *I* nach *II*, sowie das Dampfventil (7) des zu demselben gehörigen Kalorisators (6) und verlangsamt den Wasserzufluß durch teilweises Schließen des Wasserventils so, daß das Wasser im Kalorisator eine Temperatur von etwa 65° C. (52° R.) annimmt.

Ist Diffuseur *II* auf diese Weise gefüllt, so schließt man vorübergehend das Wasserventil, dann den Deckel dieses Gefäßes, öffnet dann das Wasserventil wieder wie vorher und dazu den Übersteiger und das Dampfventil des Kalorisators von *II* nach *III*. Heizapparat des Hauptstranges, Übersteiger und Dampfventil von *I* zu *II* bleiben bis auf weiteres geöffnet. Das in den Diffuseur *III* einlaufende Wasser erwärmt sich auf diese Weise auf 75—80° C. (60—64° R.) Das Anwärmen der Batterie ist damit beendet.

Inzwischen ist Diffuseur *IV* mit Schnitzeln gefüllt. Man läßt nun das heiße Wasser von *III* unter weiterer Erwärmung bis 87° C. (70° R.) in *IV* von unten hineintreten. Zu diesem Zwecke überzeugt man sich, daß der Abfluß des Hauptrohres nach den Scheide-

pfannen gut verschlossen ist und öffnet dann das Scheidesaftventil (3) von *III* und das von *IV*, sowie das Dampfventil am Kalorisator *III*.

Das Dampfventil am Kalorisator *IV*, durch den ebenfalls Saft fließt, kann man auch etwas öffnen, wenn es nicht möglich ist, schon im Kalorisator *III* die verlangte Temperatur von 87 bis 90° C. (70 bis 72° R.), am Thermometer des Kalorisators *III* gemessen, mit Sicherheit herzustellen. Das warme Wasser von *III* passiert so den Kalorisator von *III* von unten nach oben, tritt dann in die Scheidesafttour und aus dieser wieder hinaus in den Kalorisator von *IV*, passiert diesen von oben nach unten und tritt so in das mit Schnitzeln gefüllte Gefäß *IV* von unten ein.

Ist das mit Schnitzeln beschickte Gefäß *IV* so von unten beinahe vollständig mit Saft gefüllt, so wird, nachdem die obere Zarge des Mannloches innen und das Mundloch des Rohranschlusses sorgfältig von etwa anhängenden Schnitzeln gereinigt ist, das Mannloch geschlossen und der Lufthahn von *IV* geöffnet, bis ein aus demselben austretender Saftstrahl anzeigt, daß der Diffuseur vollständig gefüllt ist.*)

Mittlerweile ist auch *V* mit Schnitzeln gefüllt und es muß nun der flüssige Inhalt von *IV*, unter Erwärmung, in *V* von unten hineingedrückt werden, wie vorher mit dem Wasser aus *III* nach *IV* geschah.

Zu diesem Behufe wird das Scheidesaftventil *III* geschlossen, Scheidesaftventil von *IV* bleibt offen und das von *V* wird geöffnet, ebenso das Dampfventil am Kalorisator von *IV*.

Der Übersteiger von *III* nach *IV* wird geöffnet und der Druck der Batterie schiebt dann den flüssigen Inhalt von *IV* durch den Übersteiger von *IV*, den Kalorisator von *IV* und das Scheidesaftventil von *V* in den Kalorisator von *V*, dessen Dampfventil hierbei der Regel nach noch geschlossen bleibt. In den Kalorisator von *V* tritt der Saft oben ein und unten aus, in den Diffuseur *V* von unten ein und füllt denselben an.

Während dies geschehen und das Mannloch von *V* nach guter Reinigung geschlossen wird, ist *VI* mit Schnitzeln gefüllt. Es wird nun mit *VI* genau so wie mit *V* verfahren, d. h. der flüssige Inhalt

*) So oft die Flüssigkeiten mittels Wasserdruckes geschoben werden, sind stets sämtliche Dampfventile an den in Thätigkeit sich befindenden Kalorisatoren nach Bedürfnis offen. Sie brauchen in den Zwischenzeiten nicht geschlossen zu werden, wenn ein gemeinschaftliches Dampfabsperrventil in der Haupttour vorhanden ist, welches leicht geöffnet und geschlossen werden kann.

von *V* wird, unter Erwärmung auf 87 bis 90° C. (70 bis 72° R.), durch zwei Kalorisatoren von unten in *VI* hineingedrückt. Ist dies geschehen, so wird der Inhalt von Diffuseur *VI*, also des dritten mit Schnitzeln und Saft gefüllten Gefäßes nach der Scheidung oder richtiger einem zwischen Diffusion und Scheidepfanne eingeschalteten Meßgefäße, welches zugleich als Vorwärmer eingerichtet ist, abgedrückt. Zu diesem Zwecke wird das von der vorigen Operation noch offene Scheidesaftventil von *V* geschlossen, der Übersteiger von *V* wird geöffnet, das Dampfventil am Kalorisator von *V* und Scheidesaftventil von *VI* bleiben auf; die Temperatur im Kalorisator *V* soll hierbei 87° C. (70° R.) betragen. Das Dampfventil am Kalorisator *V* wird geöffnet, wenn man den Saft recht warm nach der Scheidepfanne oder deren Vorwärmer hinbringen will, und endlich wird das Hauptventil nach der Scheidung hin geöffnet*). Der Batteriedruck läßt dann sofort den Inhalt von *VI* nach dorthin abfließen. Abgezogen werden jetzt und später 105 bis 120 l für je 100 kg Rüben im Diffuseur. Dieser erste Saft ist selbstverständlich noch ziemlich dünn, er wird aber bald stärker.

Während *VI* nach der Scheidung gedrückt wurde, ist *VII* mit Schnitzeln gefüllt. Dieses Gefäß wird nun ebenso mit Saft aus *V* von unten gefüllt, nachdem der Scheidesaft aus *VI* fort ist, wie vorher *VI* aus *V*, und wird demnächst nach der Scheidung gedrückt.

Dasselbe geschieht danach mit den folgenden Gefäßen, bis man je nach der Einrichtung der Batterien acht bis zehn derselben mit Schnitzeln und Saft gefüllt hat. Ehe aber das letzte vorhandene Gefäß mit Schnitzeln voll wird, trägt man Sorge, das Wasserventil von Gefäß *II* zu öffnen, das von *I* zu schließen und den Wasserinhalt von *I* fortlaufen zu lassen, damit Gefäß *I* demnächst mit Schnitzeln gefüllt werden kann. Dasselbe geschieht, wie die Reihe an diese kommt, mit den folgenden. Ist man auf diese Weise mit der Schnitzelfüllung bis an *III* herangekommen, so ist die Batterie vollständig im Gange.

Es bleibt noch hinzuzufügen:

Daß schon von dem Augenblicke an, in dem man beginnt *VIII* nach der Scheidepfanne zu drücken, die Temperaturen durchgängig, wenn nötig, durch teilweises Schließen der Dampfventile so weit er-

*) Hier tritt unter Umständen die Thätigkeit der früher S. 151 besprochenen Klappe ein.

mäßigt werden, daß das Wasser im ersten Gefäße etwa 22° C. (18° R.), das Thermometer vom Kalorisator *I* 32° C. (25° R.)
„ „ „ „ *II* 42° C. (34° R.)
„ „ „ „ *III* 52° C. (42° R.)
„ „ „ „ *IV* 62° C. (50° R.)
„ „ „ „ *V* 72° C. (58° R.)
„ „ „ „ *VI* 80° C. (65° R.)
anzeigt. Diese Temperaturen sind bei dem eingeleiteten Betriebe in den aufeinander folgenden Gefäßen möglichst gleichförmig zu erhalten.

Das Einhalten einer höheren Temperatur beim Ingangsetzen der Batterie geschieht nur deshalb, weil erfahrungsmäßig die Schnitzel beim ersten Umgange nicht so leicht entzuckert werden, wie dies später geschieht, und leicht hart bleiben, so daß die Schnitzelpressen sie nicht bewältigen können. Doch muß man sich auch hüten, die Temperatur zu hoch zu treiben, da die Schnitzel sonst zu weich werden können, wodurch die Cirkulation der Säfte, das sogen. Drücken der Batterie, erschwert wird.

b. Regelmäßiger Betrieb. Wenn alle Gefäße soweit mit Schnitzeln und Saft angefüllt sind, daß das älteste von Schnitzeln zu entleeren ist, um mit dem Betriebe fortfahren zu können, so beginnt der regelmäßige Betrieb.

1. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß während der Entleerung und der Füllung eines Gefäßes mit Schnitzeln, stets der Kalorisator dieses Gefäßes kalt gestellt wird. Ebenso wird, während der Entleerung des letzten Gefäßes, der Dampf der Heizvorrichtung im Hauptrohr stets geschlossen, um nicht unnütz Wärme zu verlieren und um die Schnitzel des vorletzten Gefäßes durch möglichst kaltes Wasser abzukühlen.

Ebenso selbstverständlich ist es, daß die Ablaßventile (4) aller Gefäße, welche Saft enthalten, geschlossen gehalten werden müssen.

2. Mit der Entleerung des ältesten Gefäßes *IV* wird so lange gewartet, bis nicht nur die letzten Schnitzel in *III* hineingekommen sind, sondern das Gefäß *III* auch ganz oder nahezu mit Saft aus *II* von unten gefüllt ist und demnächst nach der Scheidepfanne gedrückt werden soll.

Nun wird das Wasserventil von *V* geöffnet und das Wasserventil von *IV* geschlossen. Ist dies geschehen, so giebt der die Batterie bedienende Arbeiter dem mit dem Ausräumen der Gefäße beauftragten ein Zeichen. Auf dieses Zeichen öffnet der Arbeiter unten dreist das untere Mann-

loch von *IV*, tritt zur Seite und giebt seinerseits ein Zeichen nach oben, worauf der obere Arbeiter sofort den Lufthahn von *IV* öffnet. Das Öffnen des Mannloches unten und des Lufthahnes oben muß zwar nacheinander, aber fast gleichzeitig geschehen. Erfolgt dies ordnungsmäßig, so ergießt sich der ganze Inhalt von *IV*, Schnitzel und Wasser miteinander, in einem mächtigen Schwalle aus dem Mannloche. Zur Unterstützung dieser Selbstentleerung hat inzwischen der obere Arbeiter gleich nach dem Lufthahne noch das obere Mannloch geöffnet und läßt aus dem inzwischen wieder geöffneten Wasserventile von *IV* einen tüchtigen Strahl Wasser in das Gefäß hinunterfallen, der die Schnitzel hinausschwemmen hilft. Von der Rechtzeitigkeit dieser Manipulationen hängt es ab, ob viel oder wenig Schnitzel im Gefäße liegen bleiben.

Die Schnitzel, die zurückgeblieben sind, und wenn ordnungsmäßig verfahren wurde, sind dies nur einige Hektoliter in der Ecke dem Mannloche gerade gegenüber, werden nun mittels einer geeigneten Kratze so schnell wie möglich herausgezogen, worauf das Gefäß noch einmal von oben nachgespült und das untere Mannloch sorgfältig wieder geschlossen wird. Bei den Gefäßen mit Klappe im Boden oder mit abgerundetem Boden, wie es in Fig. 38 zu sehen ist, kommt selbst diese kleine Arbeit in Wegfall, da die Schnitzel fast bis auf die letzte Spur herausgeschwemmt werden. Das Gefäß ist nun fertig, um von neuem mit Schnitzeln gefüllt zu werden. Die ganze Operation der Entleerung und Reinigung vom Augenblicke des Schließens des Wasserventils von *IV* bis zum Schließen desselben und des unteren Mannloches darf nicht mehr als höchstens vier Minuten in Anspruch nehmen, wie überhaupt auf große Schnelligkeit aller der Operationen zu sehen ist, bei denen die Gefäße nicht in Thätigkeit sich befinden.

3. Während so die Entleerung von *IV* erfolgt ist, hat man bereits begonnen, *III* nach der Scheidepfanne zu drücken.

4. Während *III* nach der Scheidepfanne gedrückt wird, muß *IV* nicht nur entleert, sondern auch frisch mit Schnitzeln gefüllt werden. Diese Operation soll daher ebenfalls so schnell wie irgend möglich erfolgen.

Damit dies ohne Unterbrechung des Rübenhausbetriebes möglich ist, muß der Rübenelevator so frühzeitig in Gang gesetzt werden, daß, ehe die Schneidemaschine eingerückt wird, der Rumpf derselben mti Rüben gefüllt ist.

Die Schneidemaschine muß einen angemessenen Gang haben, die Messer müssen scharf und im besten Stande sein, der Rübenelevator aber muß eine solche Leistungsfähigkeit haben, daß die Schnitzelmaschine immer gefüllt bleibt. Ist ein Diffuseur voll, so bleibt die Maschine gefüllt stehen, bis der nächste daran kommt.

5. Während so *IV* mit Schnitzeln gefüllt wurde, ist *III* vollends nach dem Vorwärmer abgedrückt worden. Diese Operation wird so langsam geführt (wie überhaupt alles Drücken so langsam und ruhig, wie es die Zeit irgend erlaubt, geschehen soll), daß sie nicht eher beendet ist, bis *IV* mit Schnitzeln voll ist, wo dann sofort, ohne Unterbrechung im Laufe, der Saft zum Eintritte in *IV* von unten umgestellt wird. Zum Überflusse soll hier noch einmal gesagt werden, wie die Ventile dazu gestellt werden müssen. Während *III* nach der Scheidung ging, stand der Wasserdruck auf *V*, der Übersteiger *V*, *VI*, *VII*, *VIII* (eventuell *IX* und *X*), *I* und *II* sind ebenso wie ihre Kalorisatordampfventile auf, endlich ist das Scheidesaftventil von *III* und auch das Kalorisatordampfventil *III* auf. Ist nun aber *III* nach der Scheidung abgedrückt und *IV* soll von unten mit Saft aus *III* gefüllt werden, so bleibt Scheidesaftventil *III* auf, ebenso der Dampf am Kalorisator *III*, nach Belieben auch an *IV* und Scheidesaftventil *IV* desgleichen, während das Hauptventil des Scheidesaftstranges geschlossen wird. Während der Füllung von *IV* bleibt der Wasserdruck auf *V* stehen.

6. Wir haben soeben *IV* mit Saft von unten aus *III* gefüllt und schreiten nun dazu, *IV* nach der Scheidepfanne zu drücken. Wie wir dies machen, ist bereits gesagt, es soll indessen noch einmal bemerkt werden, daß dazu das Scheidesaftventil *IV* offen bleibt, das von *III* aber, welches noch von der Füllung von *IV* her offen steht, geschlossen wird und dagegen der Übersteiger von *III* zu *IV*, sowie das Hauptventil nach der Scheidung geöffnet wird. Gleich, nachdem die Ventile dazu richtig gestellt sind, wird das Wasser von *V* auf *VI* umgestellt.

7. Es muß Grundsatz sein, so viel wie irgend möglich die Säfte in der Batterie in fortwährendem und gleichmäßigem Flusse zu halten; sobald ein Gefäß fertig nach dem Vorwärmer abgedrückt ist, muß das nächste zum Füllen mit Saft bereit sein, und sobald dieses voll ist, muß es sofort abgedrückt werden. Damit dies geschehen kann, muß schon, ehe die Füllung eines Gefäßes mit Saft von unten vollendet

ist, der Deckel geschlossen und der Lufthahn geöffnet werden. Man braucht dann nur die im vorigen Satze beschriebene Ventilumstellung vorzunehmen, sobald der erste Saftstrahl aus dem Lufthahne hervorbringt. Der Strom geht dann ohne Unterbrechung fort. Bei der geringsten Unterbrechung desselben durch Wassermangel und dergleichen, oder weil die Weiterverarbeitung des Saftes ins Stocken geraten ist, müssen sofort sämtliche Dampfventile oder, besser noch, muß das Hauptdampfventil für die Diffusion geschlossen werden, da sonst unfehlbar Dampfbildungen im Apparate und schädliche Überhitzungen eintreten würden.

8. Große Sorgfalt ist stets auf die richtige Stellung der Dampfventile an den Kalorisatoren und auf die Menge des abzuziehenden Saftes zu richten, damit jede Überhitzung vermieden werde und anderseits die Entzuckerung eine befriedigende sei. Je mehr Saft nach der Scheidepfanne abgezogen wird, desto vollkommener ist die Erschöpfung der Schnitzel. Die Temperatur im wärmsten Kalorisator soll 80° C. (65° R.) möglichst nicht übersteigen, und das Druckwasser soll nicht unter 20° C. (15° R.) sinken und 25° C. (20° R.) nicht übersteigen, wenn nach der Scheidepfanne gedrückt wird. Die Temperaturen der zwischen dem wärmsten und dem kältesten Gefäße liegenden Gefäße sollen eine fortlaufende Reihe bilden. Steigt die Temperatur in allen Kalorisatoren gleichmäßig höher, als sie soll, so schließt man das gemeinschaftliche Dampfventil ein wenig. Normal erscheinen die Temperaturen in einer Batterie von acht Gefäßen,

wenn das Thermometer im Hauptwasserstrange 22° C. (18° R.)
„ am Kalorisator *I.* 32° C. (26° R.)
„ „ *II.* 42° C. (34° R.)
„ „ *III.* 52° C. (42° R.)
„ „ *IV.* 62° C. (50° R.)
„ „ *V.* 72° C. (58° R.)
„ „ *VI.* 80° C. (65° R.)

zeigt, *VII* geht nach der Scheidepfanne, wobei Kalorisator *VII* etwa 62° C. (50° R.) zeigen wird, wenn er geheizt ist, und *VIII* wird entleert oder gefüllt.

Bei zehn Gefäßen hält man die Temperatur des nach der Scheidepfanne gehenden Saftes ebenso wie hier angegeben und läßt die Temperatur in den vorhergehenden auf ähnliche Weise abfallen wie in der vorigen Reihe, z. B.:

Thermometer	am	Kalorisator	*I.*	32° C.
„	„	„	*II.*	42° C.
„	„	„	*III.*	49° C.
„	„	„	*IV.*	56° C.
„	„	„	*V.*	62° C.
„	„	„	*VI.*	68° C.
„	„	„	*VII.*	74° C.
„	„	„	*VIII.*	80° C.

Man läßt also die Temperatur in der Batterie nach vorne (dem Kopfe) zu immer höher gehen (sogen. warme Diffusion).

Alle 24 Stunden wenigstens einmal können die Kalorisatordeckel geöffnet werden, um mittels einer Rohrbürste den etwa an den Rohrwandungen angesetzten Schleim zu entfernen.

9. Der mit der Entleerung der Gefäße betraute Arbeiter hat, nachdem er die Entleerung und Reinigung eines Gefäßes, wie unter 2. beschrieben, besorgt hat, die vom Wasser durch Abtropfen auf dem Siebboden einigermaßen befreiten Rückstände mit möglichster Gleichmäßigkeit der Schnecke (oder dem Transporteur) zuzuführen, die die Fortführung besorgt.

Ehe das folgende Gefäß entleert wird, darf von dem ersten kein Schnitzel mehr auf dem Siebboden vorhanden sein, derselbe muß vielmehr vollkommen rein sein.

10. Selbstverständlich kann man die Wärme in den Gefäßen ganz beliebig verteilen, indem man die Dampfventile der Kalorisatoren entweder öffnet oder schließt. Denkt man sich z. B. eine Batterie von zwölf Gefäßen, nach dem von Schulz erfundenen Verfahren arbeitend, in vollem Betriebe, so wird, wenn der Inhalt von Gefäß *X* zur Scheidepfanne gedrückt wird, das Dampfventil am Kalorisator *VII*, und zwar nur dieses, geöffnet. Der von hier nach Gefäß *VIII* strömende Saft kommt dort mit Schnitzeln zusammen, die durch den vorhergehenden Saft schon teilweise angewärmt sind; im Gefäße *IX* waren die Schnitzel weniger warm, im Gefäß *X* ganz kalt. So wird der Saft immer mehr Wärme abgeben und schließlich kalt zur Scheidepfanne kommen, wo er wieder angewärmt werden muß. Bei der vorhergehenden Operation hatten die im Gefäße *VII* befindlichen Schnitzel den heißesten Saft erhalten, diese werden daher durch den jetzt nachströmenden abgekühlt

unter einer entsprechenden Anwärmung des Saftes und dies wiederholt sich von Gefäß zu Gefäß, während das letzte der Reihe kaltes Druckwasser erhält. Die Temperaturen verteilen sich dann nach folgendem Schema:

Thermometer	am	Kalorisator	*I.*	10° C.	
„	„	„	*II.*	20° C.	
„	„	„	*III.*	30° C.	
„	„	„	*IV.*	40° C.	
„	„	„	*V.*	55° C.	
„	„	„	*VI.*	70° C.	
„	„	„	*VII.*	75° C.	Dampf.
„	„	„	*VIII.*	50° C.	
„	„	„	*IX.*	40° C.	
„	„	„	*X.*	20° C.	Abzug.
„	„	„	*XI.*	Füllung.	
„	„	„	*XII.*	Entleerung.	

Welches die zweckmäßigere Arbeitsweise ist, ist schwer zu entscheiden, da in der einen Fabrik nach diesem, in der anderen nach jenem Verfahren mit gleich gutem Erfolge gearbeitet wird. Zieht man den Dampfverbrauch in Betracht, so wird dieser, bei sonst gleicher Arbeitsweise, ziemlich gleich sein, da die beim Schulz'schen Verfahren in der Batterie ersparte Wärme dem Safte später vor der Scheidung zugeführt werden muß. Eine Dampfersparnis kann dabei nur gemacht werden, wenn man zum Anwärmen des kalten Saftes die aus dem letzten Verdampfkörper entweichenden Brüdendämpfe benutzt. Kommt es aber darauf an, möglichst rasch zu arbeiten, oder im gegebenen Zeitraume möglichst viel Rüben aufzuarbeiten, so ist es unzweifelhaft besser, den Saft möglichst heiß aus der Batterie abzuziehen, um keine Zeit mit dem Anwärmen zu verlieren.

11. Die Leistungsfähigkeit einer Diffusionsbatterie hängt von sehr vielen Verhältnissen ab und kann sich mitten im Betriebe durch verschiedene Umstände ändern. Man sollte dieselbe daher immer von Zeit zu Zeit, besonders aber beim Beginne der Rübenkampagne kontrollieren, indem man mit der Uhr in der Hand die einzelnen Operationen verfolgt, d. h. also, feststellt, wie viel Minuten nötig sind, einen frisch mit Schnitzeln gefüllten Diffuseur mit Saft anzufüllen (einzumaischen), wie viel, den Saft abzudrücken, wie lange es dauert,

bis ein leerer Diffuseur wieder vollgeschnitten ist, und wie lange, bis ein voller entleert ist. Aus der Anzahl von Diffuseuren, welche in einem bestimmten Zeitraume abgefertigt worden sind, kann man die Leistungsfähigkeit der Batterie selbst nicht berechnen, weil diese Zahl durch eine Menge von Umständen beeinflußt wird, die mit der Diffusion selbst nichts zu thun haben, wie z. B. die Schnelligkeit der Übernahme des Saftes durch die Scheidung oder schnelleres oder langsameres Arbeiten an der Schwemme. Anscheinend geringfügige Zeitverluste rechnen hierbei aber sehr, wenn man bedenkt, daß jede Batterie in der Arbeitsschicht zwischen 60 und 75 mal abgedrückt wird. Jede Minute Versäumnis pro Diffuseur bedeutet demnach einen Zeitverlust von 1 bis 1¼ Stunde pro Arbeitsschicht. Durch eine derartige Kontrolle bei Beginn der Kampagne wird vor allem eine gründliche Schulung des bei der Diffusion beschäftigten Arbeiterpersonals erreicht, dann aber gewinnt man durch dieselbe auch häufig die Möglichkeit, die Leistungen der Batterie zu erhöhen, ohne deswegen große Umänderungen vornehmen zu müssen. Schneidet z. B. die Schnitzelmaschine zu langsam, so genügt es oft schon, wenn man andere Messer mit gröberer Teilung einsetzt oder auch nur die vorhandenen Messer gröber stellt; nimmt das Einmaischen oder Abdrücken zu viel Zeit in Anspruch, oder, wie man sich fachmännisch ausdrückt, tritt schweres Drücken in der Batterie ein, so findet man oft rasch den Grund in schlechten oder zu feinen Schnitzeln, in zu hoher Temperatur oder auch in zu geringem Wasserdruck. So besitzen z. B. Schnitzel aus welken oder erfrorenen Rüben eine sehr geringe Elastizität, legen sich daher, wenn sie zu fein sind, dicht aufeinander und auf den Siebboden und setzen der Strömung des Saftes einen großen Widerstand entgegen. Besonders bei der Verarbeitung gefrorener Rüben treten oft sehr unangenehme Störungen in der Batterie ein. Man hilft dem Übel in der Regel leicht ab, indem man gröbere Schnitzel erzeugt und das Festlagern der Schnitzel auf den Siebboden dadurch verhindert, daß man einige Eisenstäbe, die etwas länger sind, als der Durchmesser des Diffuseurs beträgt, schräg in denselben hineinstellt. Mehr noch empfiehlt es sich, dicht über dem Siebboden, quer durch den Diffuseur an je zwei einander gegenüberliegenden Haken zwei Ketten aufzuhängen, sodaß die Schnitzel sich nur lose auf den Siebboden auflegen können.

Zu hohe Temperatur in den Gefäßen, welche immer nur durch Unachtsamkeit des die Batterie bedienenden Arbeiters entsteht, macht die Schnitzel aufquellen; sie verlieren dadurch ihre Elastizität und es tritt also dasselbe ein, was wir bei gefrorenen Rüben als die Ursache des schlechten Drückens kennen gelernt haben. Oft ist es nur ein einziges Gefäß, welches auf diese Weise den Betrieb hindert und welches man sofort findet, wenn man sämtliche Gefäße öffnen läßt, und die in denselben enthaltenen Schnitzel mit den Fingern auf ihre Festigkeit prüft. Manche Fabrikanten ziehen es, um jede Verbrühung zu vermeiden, vor, die Temperatur in den vorderen Gefäßen einige Grade niedriger zu halten, als oben angegeben; dabei läuft man aber Gefahr, die Schnitzel nicht genügend zu entzuckern. Wenn man jedoch die schon fast vollkommen ausgelaugten Schnitzel nochmals mit heißem Wasser behandelt, gelingt die Entzuckerung vollständig, ein etwaiges Aufquellen dieser Schnitzel aber ist für den Gang des Betriebes unschädlich.

Bei dieser Arbeitsweise wird das Dampfventil der am Hauptwasserrohre der Diffusion angebrachten Heizvorrichtung jedes Mal geöffnet, während ein frisch gefüllter Diffuseur *eingemaischt* wird, sodaß die Temperatur des Druckwassers auf 40 bis 50° C. steigt, beim Wegdrücken des Saftes jedoch schließt man dasselbe wieder, damit die ausgelaugten Schnitzel wieder abgekühlt werden. Es ist streng darauf zu achten, daß die *ausgelaugten Schnitzel stets zuletzt mit kaltem Wasser behandelt werden*, einerseits, weil das Ausräumen heißer Diffuseure für die Arbeiter auf die Dauer unmöglich ist, andererseits, weil die nicht abgekühlten Schnitzel sich in der später zu besprechenden Schnitzelpresse nur sehr schwierig und unvollkommen auspressen lassen.

c. *Schluß des Betriebes*: Die Verarbeitung der Rüben kann nicht vom ersten bis zum letzten Tage der Kampagne ohne Unterbrechung vor sich gehen, weil ein Teil der Betriebseinrichtungen, speziell die Verdampfapparate, einer zeitweiligen Reinigung bedürfen, wenn nicht schließlich der Betrieb vollständig zum Stocken kommen soll. Auch die gesetzlichen Vorschriften über die Sonntagsruhe der Arbeiter erfordern die Einstellung der Arbeiten zu gewissen Zeiten. In der Regel ruht der Betrieb der Diffusion Sonntags von früh sechs bis abends sechs Uhr. Man hat früher wohl versucht, die ganze Batterie in dem Zustande, wie sie sich bei Schluß des Wochenbetriebes befand,

also mit Schnitzeln und Saft in den verschiedenen Stadien der Auslaugung gefüllt, über den Sonntag stehen zu lassen, doch ist man wohl allgemein von diesem Gebrauche abgekommen, weil die Säfte dabei zu sehr leiden und auch die neu hinzukommenden Säfte schädigen. In den meisten Fällen schließt man jetzt den Betrieb der Diffusion durch Absüßen derselben. Nehmen wir an, der letzte Diffuseur, welcher mit Schnitzeln gefüllt worden ist, sei der neunte in der Reihe und der Saft von demselben sei durch Wasser von Diffuseur *I* aus abgedrückt worden, so wird das Wasserventil von *I*, sowie der Übersteiger von *I* zu *II* geschlossen, ebenso schließt man das Hauptscheidesaftventil, dagegen wird das Wasserventil von *II* geöffnet und Diffuseur *I* ausgeräumt. Die Dampfventile schließt man ebenfalls. Nun wartet man etwa eine Viertelstunde, öffnet dann das Hauptscheidesaftventil und läßt das gewöhnliche Maß von Saft in das Meßgefäß übertreten. Dann schließt man wieder das Scheidesaftventil, sowie das Wasserventil von *II* und den Übersteiger von *II* zu *III*, öffnet das Wasserventil von *III* und räumt *II* aus; nach einer Viertelstunde öffnet man wiederum das Scheidesaftventil u. s. f., bis man schließlich mit dem Öffnen an das Wasserventil *VIII* kommt. In den Diffuseuren *VIII* und *IX* ist der Saft so verdünnt, daß sich eine Verarbeitung desselben nicht lohnt; man läßt ihn mit den Schnitzeln zusammen weg.

Zuweilen werden auch die sogen. „Absüßer" für sich in den Diffusionsgefäßen über den Sonntag aufbewahrt. Anstatt diese verhältnismäßig dünnen Säfte zur Scheidung zu leiten, drückt man sie nur in der Diffusion selbst in leere Gefäße vorwärts und beginnt abends den Betrieb anstatt mit reinem Wasser mit diesen dünnen Säften. Die Ersparnis an Kohlen bei diesem Verfahren ist nicht unbedeutend, doch wird man immer gut thun, diese Flüssigkeiten reichlich mit Carbolsäure, Formalin oder Fluorammonium zu versetzen, wenn man nicht den Gewinn an Kohlen mit Zucker bezahlen will.

7. Einige besondere Arten des Diffusionsbetriebes.

1. Die geteilte Batterie: Anstatt in oben beschriebener Weise mit der ganzen Batterie von 10 oder 12 Gefäßen zu arbeiten, kann man auch abwechselnd nur über die halbe Anzahl der Gefäße arbeiten. Hat man z. B. 12 Diffuseure zur Verfügung, welche wir

der Reihe nach mit *I* bis *XII* bezeichnen wollen, so wird hierbei zunächst Diffuseur *I* mit Schnitzeln gefüllt, die mit heißem Wasser aus *XII* eingemaischt werden, dann füllt man *VII* mit Schnitzeln, die man mit heißem Wasser aus *VI* maischt; darauf wird *II* gefüllt und über *I* eingemaischt, dann *VIII* gefüllt über *VII* gemaischt u. s. f. immer abwechselnd und, im übrigen, wie oben für die ganze Batterie beschrieben.

Sind *III* und *IX* gefüllt und eingemaischt, so wird der Saft von *III* übergedrückt, dann *IV* eingemaischt, *IX* übergedrückt, *X* eingemaischt, *IV* übergedrückt, *V* eingemaischt, *X* übergedrückt u. s. w. Jeder Diffuseur bleibt demnach so lange eingemaischt stehen, bis der entsprechende aus der zweiten Hälfte der Batterie übergedrückt und der nächste eingemaischt ist. Man braucht dazu an der Batterie gar nichts zu ändern, die beiden Hälften arbeiten einfach immer eine hinter der andern her, jedoch empfiehlt es sich, will man dauernd in dieser Weise arbeiten, eine Batterie von 12 Gefäßen wirklich in zwei Batterien von je 6 Gefäßen zu teilen, was durch Anbringung einiger Verbindungsrohre leicht zu erreichen ist. Man gewinnt dadurch den Vorteil, daß man gleichzeitig in der einen Hälfte einmaischen und in der anderen abdrücken kann, sodaß die Diffusionsdauer für die Schnitzel eine längere wird.

Bei dieser Arbeit hält man fast sämtliche Diffuseure heiß; Turkiewitsch giebt bei 6 Gefäßen in der Halbbatterie nachstehende Temperaturen an

für Nr.	1	2	3	4	5	6
	$52^1/_2{}^0$	71^0	75^0		$62^1/_2{}^0$	C.

Da dieselben jedoch für Schnitzel von 2 mm Breite und $1^1/_2$ mm Dicke gelten, wird man bei gröberen Schnitzeln höhere Temperaturen anwenden müssen; aber auch hier gilt, was schon oben betont wurde, daß die ausgelaugten Schnitzel zuletzt immer mit kaltem Wasser behandelt werden müssen, ehe sie ausgeräumt werden.

Die geteilte Batterie gewährt den Vorteil rascherer Arbeit. Da die Anzahl der in Betrieb befindlichen Gefäße nur halb so groß ist als bei der gewöhnlichen Arbeit, wird man niemals über schlechtes Drücken zu klagen haben, im Gegenteil, das Einmaischen und Überdrücken geht wesentlich rascher, man kann also in derselben Zeit eine größere Menge von Rüben verarbeiten, als mit der langen Batterie.

Die Diffusionsdauer wird dabei allerdings für den einzelnen Diffuseur verkürzt, doch wird dadurch der Grad der Entzuckerung der Schnitzel nicht beeinflußt, weil die Temperatur im Durchschnitte höher gehalten wird. Daß aber eine höhere Temperatur, wenn sie nur nicht bis zur Erweichung der Schnitzel geht, günstig auf die Zusammensetzung der Säfte wirkt, ist schon oben gesagt worden (s. auch Rümpler, Nichtzuckerstoffe, S. 426).

2. Betrieb der Diffusion mit komprimierter Luft: Bei den bisher beschriebenen Methoden des Diffusionsbetriebes wurden die Säfte stets durch hydraulischen Druck vorwärts geschoben, also sowohl das Einmaischen der frischen Schnitzel, als auch das Abdrücken des Scheidesaftes wurde mit Wasser bewirkt und das zuletzt gebrauchte Druckwasser wurde mit den ausgelaugten Schnitzeln zusammen aus dem Diffuseur herausgespült. Man kann jedoch auch eine dieser beiden Saftbewegungen durch Preßluft bewirken und zwar, wie es für die Verhältnisse der betr. Fabrik am geeignetsten ist, entweder das Einmaischen oder das Abdrücken. Um mit komprimierter Luft arbeiten zu können, setzt man an die Köpfe der Diffusionsgefäße noch je ein Luftventil an und verbindet diese Ventile durch einen gemeinsamen Rohrstrang, an dessen Ende ein Sicherheitsventil angebracht ist, dessen Ausblaserohr ins Freie führt. An diesem Rohrstrange befindet sich außerdem ein Manometer, dessen Zifferblatt von jeder Stelle der Diffusion bequem zu sehen ist, sodaß der mit der Führung betraute Arbeiter den im Rohre befindlichen Druck stets vor Augen hat. Das Sicherheitsventil wird so belastet, daß es bei einer Manometeranzeige von $2^1/_2$ oder auch 3 Atm. abbläst.

Die Komprimierung der Luft geschieht mittelst eines sogenannten Kompressors, der ununterbrochen Tag und Nacht im Gange ist und die komprimierte Luft einem großen Gefäße aus Schmiedeeisen zuführt, aus dem der oben erwähnte Rohrstrang gespeist wird. Dieses Gefäß, der Luftsammler, hat annähernd so viel Rauminhalt, wie ein Diffuseur der betr. Fabrik und ist an seinem Boden mit einem Ventile versehen, durch welches man etwa angesammeltes Wasser ablassen kann. Der Luftsammler muß einen Druck von etwa 6 Atmosphären aushalten können, was man durch Probieren feststellt.

Ein Luftkompressor der Sangerhäuser Aktien-Maschinenfabrik für Riemenbetrieb mit Druckausgleich nach Patent Burckhardt & Weiß ist

in Fig. 64 in äußerer Ansicht dargestellt, die Figuren 65 bis 67 zeigen die innere Einrichtung dieser Pumpen.

Diese Kompressoren und Vakuumpumpen haben anderen Konstruktionen gegenüber den Vorzug einer großen Leistungsfähigkeit, weil bei denselben der Einfluß der schädlichen Räume dadurch beseitigt wird, daß die am Hubende auf der jeweiligen Druckseite im toten Raum komprimierte Luft beim Hubwechsel durch einen im Schieber eingegossenen Kanal (*d*), welcher mit dem einzigen vorhandenen Steuerungsorgan ein starres, einer Veränderung, Ver-

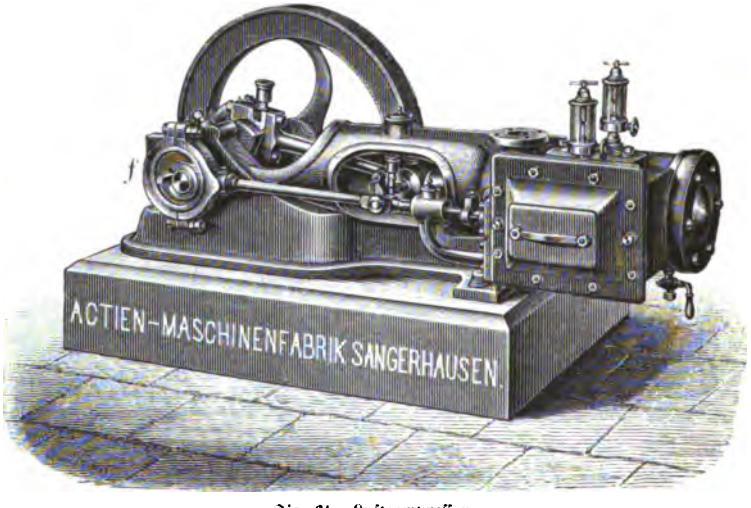


Fig. 64. Luftcompressor.

stellung oder Abnutzung nicht unterworfenes Stück bildet, nach der Saugseite übergeleitet und von dort beim nächsten Hube nutzbar weiter gedrückt wird, während auf der Saugseite sofort Ansaugen stattfindet.

Der Leser möge in den drei Figuren 65, 66 und 67 die Stellung des durch den Schieber gehenden Kanals *d* bei den verschiedenen Stellungen des Kolbens *e* betrachten, die Art und Weise der Ansaugung und Kompression der Luft sowie der Überführung der in den sogen. schädlichen Räumen zurückgebliebenen komprimierten Luft nach der Saugeseite wird ihm dann sofort klar werden. Zur Steuerung des Schiebers dient der in Fig. 64 angegebene Excenter *f*.

Bei der Kompreſſion von Gaſen wird bekanntlich Wärme frei; der Cylinder dieſer Maſchine würde ſich daher bei der Arbeit ſehr ſtark erhitzen und bald unbrauchbar werden, wenn er nicht abgekühlt würde. Er iſt daher auf allen Seiten von einem hohlen Raume (*a*) umgeben, durch den man während des Ganges ununterbrochen kaltes Waſſer ſtrömen läßt.

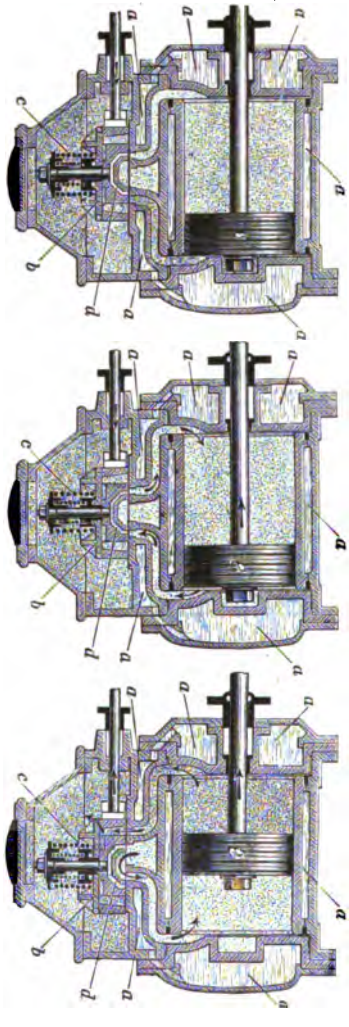
Die Arbeit mit komprimierter Luft iſt eine ſehr einfache; nachdem man den friſch mit Schnitzeln gefüllten Diffuſeur in früher beſchriebener Weiſe unter Anwendung von Waſſerdruck eingemaiſcht hat, ſchließt man das Waſſerventil am hinterſten Diffuſeur, öffnet dafür das Luftdruckventil desſelben und drückt in bekannter Weiſe den Saft zur Scheidung. Während man nun aber bei der gewöhnlichen Arbeitsweiſe das untere Mannloch des mit ausgelaugten Schnitzeln gefüllten Diffuſeurs ſofort öffnete, darf dies hier nicht ohne weiteres geſchehen, weil der im Innern vorhandene hohe Druck die Thür desſelben mit Gewalt zurückſchlagen würde, wobei leicht dieſelbe zerbrechen oder ein Arbeiter verletzt werden kann. Man läßt daher zunächſt den Druck durch den auf dem Deckel angebrachten Lufthahn entweichen und öffnet dann erſt das Mannloch, indem man die Thür desſelben vollſtändig zurückſchlägt. Nunmehr giebt der unten befindliche Arbeiter durch Klopfen an den Diffuſeur ein Zeichen, daß die Entleerung beginnen kann; der Leiter der Batterie ſchließt dann den Lufthahn und öffnet raſch das Luftdruckventil, worauf die Schnitzel durch den im Gefäße entſtehenden Druck zum größten Teil aus demſelben herausgeſchleudert werden.

So vorteilhaft der Betrieb der Diffuſion mit Preßluft iſt, ſind doch viele Fabriken von demſelben wieder abgegangen, weil das Auspacken der ſtark zuſammengepreßten Schnitzel mit der Gabel ſehr viel Zeit erfordert; wenn man in oben beſchriebener Weiſe arbeitet, dauert dasſelbe nicht länger, als bei der Arbeit mit Waſſer. Es leuchtet ein, daß der Luftſammler hierbei von großer Wichtigkeit iſt; wo dieſer fehlt, wo alſo die Preßluft direkt aus dem Kompreſſor in den Diffuſeur geleitet wird, gelingt das Ausdrücken der Schnitzel nicht.

Wo das Mannloch ſich am Boden des Gefäßes befindet, iſt das Ausräumen durch Luftdruck ſelbſtverſtändlich noch viel leichter.

Die Vorteile der Arbeit mit komprimierter Luft gegenüber der mit Waſſer ſind nicht unbeträchtlich. Dem Verfaſſer iſt es wiederholt

gelungen, die Leistungen der Diffusion durch Einführung derselben bedeutend zu erhöhen. In einer Fabrik, in welcher der Turm so niedrig war, daß der Wasserdruck nur etwa $^1/_3$ Atm. betrug, wurde die Zeitdauer für das Überdrücken des Saftes durch Anwendung von Preßluft um drei Minuten für jedesmal verkürzt, was für 60 Operationen eine Zeitersparnis von drei Stunden ausmacht.



Durchschnitt durch einen Luftkompressionscylinder.

Ein weiterer Vorteil, den diese Art der Arbeit gewährt, ist die Ersparnis an Wasser, die für viele Fabriken nach zwei Seiten von Wichtigkeit ist; einerseits an sich schon, weil vielleicht das frische Wasser überhaupt knapp ist, andererseits, weil dabei die Menge des Abwassers vermindert wird und zwar gerade um solches Abwasser, welches besonders leicht verdirbt und daher beim Einlassen in Flußläufe häufig zu Reklamationen Veranlassung giebt.

Schließlich muß noch erwähnt werden, daß man auch Zucker bei diesem Verfahren spart, da das sonst mit den Schnitzeln ablaufende Wasser immer 0,10 bis 0,15 % davon enthält. Auch werden die Schnitzel viel gleichmäßiger ausgelaugt. Es ist eine bekannte und öfters schon erörterte Thatsache, daß die obersten Schnitzel viel weniger Zucker enthalten, als die über dem Siebboden befindlichen, weil erstere mit einer viel größeren Menge Wasser in Berührung kommen, als letztere. Je höher die Diffuseure sind, um so auffallender ist dieser Unterschied. Drückt man jedoch mit Luft ab, so fällt dieser Umstand weg.

8. Die Betriebskontrolle bei der Diffusion.

Bei den im vorgehenden beschriebenen Arbeitsweisen ist der Einfachheit halber, fast immer nur von dem Saftabzuge nach der Scheidung die Rede gewesen. In Wirklichkeit läßt man in den besser eingerichteten Fabriken den Saft nicht mehr, wie früher, direkt in die Scheidepfannen einfließen, sondern schaltet zwischen diesen und der Diffusionsbatterie einen Apparat ein, mittelst dessen die Menge des abgezogenen Saftes einer Messung unterworfen wird. In ihrer einfachsten Form besteht die Meßvorrichtung aus einem cylindrischen Gefäße von einer dem Saftinhalte eines Diffusionsgefäßes entsprechenden Größe. Der Saft fließt in das Meßgefäß und füllt es bis zu einer bestimmten Marke, die so angebracht ist, daß die Füllung dann dem Inhalte eines Diffusionsgefäßes entspricht. Ist dieser Punkt erreicht, so wird der Saftabfluß unterbrochen und die Verbindung der Saftleitung mit dem nächstfolgenden, mit frischen Schnitzeln gefüllten Diffusionsgefäße hergestellt. Während der Zeit, welche erforderlich ist, um dieses mit Saft zu füllen, fließt der im Meßapparate vorhandene Saft zur Scheidepfanne ab, wodurch der Apparat zur Aufnahme des nächsten Saftabzuges wieder frei wird. Der Meßapparat kann zugleich als Vorwärmer (s.u.) konstruiert sein, so daß der Saft während der Messung zugleich erhitzt wird.

Da aber der Saft beim Einfließen in das Meßgefäß eine dichte Schaumdecke bildet, so ist der richtige Stand und die Einstellung desselben an der Marke nicht genau zu erkennen. Um sich hiervon unabhängig zu machen, stellt man einen an beiden Enden offenen Cylinder in den Meßapparat und bringt in diesen eine Schwimmerkugel, die, wenn sie zu einer bestimmten Höhe von dem einströmenden Safte gehoben ist, die richtige Füllung anzeigt. Bei diesem Stande der Kugel berührt ein an derselben angebrachter Stab einen elektrischen Kontakt, schließt damit den Strom und dieser bringt ein kleines Läutewerk, welches sich an der Diffusionsbatterie befindet, zum Tönen, womit dem Batterieführer ein nicht mißzuverstehendes Zeichen zur Umstellung der Ventile an der Saftleitung gegeben wird. Derselbe Schwimmer bringt bei seinem tiefsten Stande ein zweites Läutewerk in Thätigkeit, auf welches Signal ein neuer Saftabzug zu beginnen hat.

So weit ist die Meßvorrichtung geeignet, die Aufmerksamkeit des Batterieführers aufrecht zu erhalten, zu einer wirksamen Kontrolle ist sie

aber durch einen von Raßmus konstruierten Apparat geworden. Dieser überaus nützliche und vollständig bewährte Apparat, der in keiner Fabrik mehr fehlen sollte, ist in Fig. 68 dargestellt. Bei demselben wird jede Bewegung, welche der Schwimmer im Meßgefäße macht, mittels Schnur und Rolle auf den Kontrollapparat derart übertragen, daß die Schnur sich auf der Schnurtrommel auf- oder abwickelt und diese dadurch in Drehung setzt. Diese Bewegung der Schnurtrommel wird mittels eines kleinen Reduktionsbetriebes auf eine Zahnstange übertragen, welche mit einem Schreibstifthalter verbunden ist. Dieser Halter setzt gleichzeitig ein Zählwerk in Thätigkeit und schaltet außerdem in gegebener und in verstellbarer Höhenlage die elektrischen Kontakte ein und aus. Vor dem Schreibstifthalter ist eine mit einem Uhrwerke versehene, mit einem Papierblatte bespannte Trommel angeordnet, welche leicht an den Schreibstift drückt und so die Stellung desselben genau auf dem Papier verzeichnet. Diese Trommel wird durch das darin befindliche Uhrwerk in zwölf Stunden einmal um ihre Achse gedreht. Das Papierblatt ist mit Horizontallinien bezogen, welche der Größe der Füllung des Meßapparates entsprechen, außerdem mit Vertikallinien, die die Zeitabstände angeben. Ist das Meßgefäß leer und der Schwimmer also in seiner tiefsten Lage, so steht der Schreibstift auf der Null-Linie. Bleibt es einige Zeit lang leer, so macht der Schreibstift auf der Null-Linie einen horizontalen Strich, da die Trommel, durch das Uhrwerk getrieben, sich um ihre Achse dreht. Die Länge des horizontalen Striches giebt auf der Zeitteilung die Dauer des Leerseins an. Beginnt die Füllung, so steigt der Schwimmer, mit ihm macht der Schreibstift eine vertikal ansteigende Bewegung. Diese erscheint aber nicht als vertikale Linie auf der Trommel, sondern als schräg ansteigende, da die Trommel während der Zeit der Füllung sich vorwärts dreht. Die Höhe, bis zu welcher der Strich reicht, giebt die Größe des Saftabzuges, und die dem höchsten Punkte entsprechende Zeitlinie die Dauer des Saftabzuges. Die Entleerung des Meßgefäßes markiert sich auf gleiche Weise durch einen schräg von oben nach unten verlaufenden Strich.

Der Kontrollapparat liefert so für jede Arbeitsschicht bei Tag und bei Nacht ein geschriebenes Protokoll, in welchem die Zahl der Füllungen und Entleerungen des Meßgefäßes, die Dauer jeder einzelnen, die Größe derselben in Litern ausgedrückt, jede Störung des Betriebes und deren Dauer auf die Minute genau verzeichnet ist. Ein Blick auf dasselbe

gewährt eine genaue Übersicht aller Vorgänge während der ganzen Arbeitsschicht, wodurch dem Dirigenten die Möglichkeit gegeben ist, den Ursachen der etwa vorgekommenen Unregelmäßigkeiten mit Leichtigkeit nachforschen zu können.

Um die Wirkungsweise des Apparates deutlicher zu zeigen, geben wir auf beigefügter Tafel den Abdruck der Aufzeichnungen einer Arbeitsschicht.

Die Arbeit begann um 6 Uhr und es ging der erste Diffuseur um $6._8$ nach dem Meßapparate. Diese Füllung hat bis $6._{15}$ gedauert,

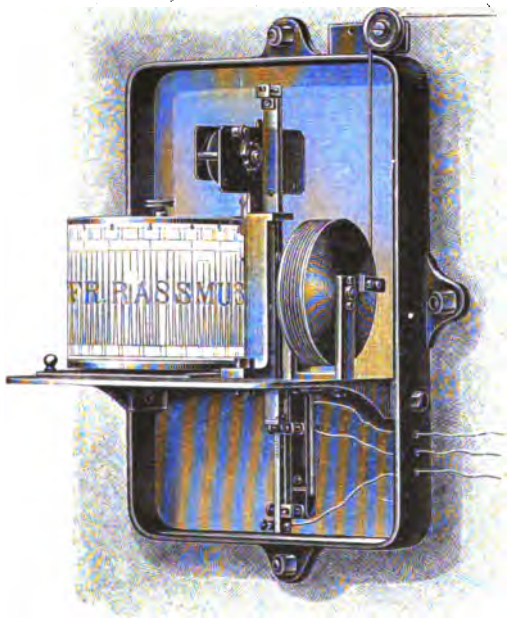


Fig. 68. Raßmus'scher Diffusions-Kontrollapparat.

also sieben Minuten Zeit in Anspruch genommen. Der Ablauf nach der Scheidepfanne erforderte nur zwei Minuten, bis $6._{17}$. Hier am tiefsten Stande des Schreibstifthalters ist ein wagerechter Strich von zwei Minuten Länge sichtbar; derselbe zeigt an, daß der Ablaß nach der Scheidepfanne um zwei Minuten schneller beendet war als die Füllung des neuen Diffuseurs, welche Arbeit vier Minuten erforderte; sonach war auf der Scheidestation alles in Ordnung und Raum zur Aufnahme des Saftes vorhanden.

In der Zeit zwischen $6._8$ und $6._{15}$, also beim Aufwärtsbewegen des Schreibstifthalters, wurde das Zählwerk des Apparates bewegt und kam die Ziffer 1 zum Vorschein, sodaß also dieser Abzug aus der Batterie unveränderlich vermerkt wurde.

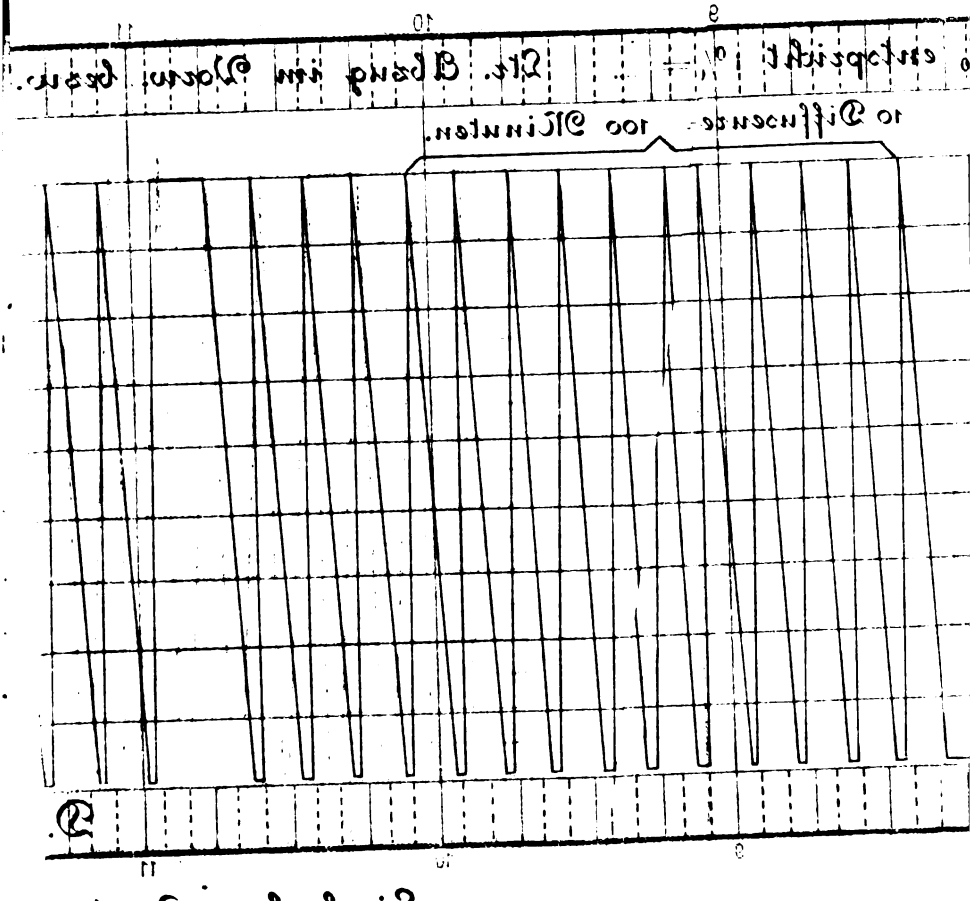
Bei dem höchsten Stande des Schreibstifthalters auf 90 Proz. ertönte die Glocke bei der Diffusion, beim niedrigsten, unveränderlichen Stande diejenige bei den Scheidepfannen, und zwar in beiden Fällen längere Zeit. Die Kontakte werden stets so gestellt, daß das Glockensignal als Ankündigung dient und bei dem Aufhören desselben die Umschaltungsventile zu stellen sind. Wird das Signal überhört und trotzdem mit dem Füllen fortgefahren, oder die nächste Füllung nicht rechtzeitig begonnen, so wird diese Unregelmäßigkeit durch den Schreibstift sich auf dem Blatte verzeichnen, wie dies um $3._{30}$, $4._{50}$, $5._{40}$, $5._{50}$ beim Füllen ersichtlich ist.

Die Aufzeichnung für die morgens den ersten zwei folgenden drei Abzüge ist ziemlich regelmäßig um $6._{25}$, $6._{35}$, $6._{45}$; die jetzt beginnende fünfte Füllung erreicht $6._{54}$ ihren Normalstand mit 90 Proz., zeigt darüber hinaus jedoch eine kleine schiefe Linie mehr und zwar 92 Proz., bei $6._{56}$. Erst dann begann der Ablaß nach der Scheidepfanne und sofort darauf, $6._{58}$, die neue Füllung.

Hieraus ist zu ersehen, daß die Anwärmung im Meßgefäße eine unregelmäßige gewesen ist, denn während bei den vorhergehenden Abzügen die Beendigung der Anwärmung mit der Erreichung der vorgeschriebenen Saftwärme zusammenfiel, mußte jetzt erst noch während zwei Minuten Dampf angestellt werden. Der Gesamtsaftabzug war demnach ein größerer als vorher, da die Wärmeerhöhung jetzt für sich zum Ausdrucke kommt, während sie vorher in der aufsteigenden Linie schon enthalten war.

So läßt sich der Gang der Batterie und der damit zusammenhängenden Stationen ganz genau verfolgen. Frühstücks-, Mittags- und Vesperpause treten klar und deutlich hervor, ebenso ist ersichtlich, daß die Arbeit nachmittags aus irgend einem Grunde eine langsamere war.

$10._{43}$ zeigt einen wagerechten Strich oben, ein Zeichen, daß sämtliche Scheidepfannen gefüllt waren und keine den abgezogenen Saft aufnehmen konnte. $3._2$ findet ferner eine Pause von zwölf Minuten statt; es war ein Stein in die Schneidemaschine gekommen und ein Messerwechsel erforderlich geworden. Von $3._{20}$ zeigt das Blatt einen



merklichen Wechsel in der Höhe der Füllungen. Diese in der Praxis häufiger zu beobachtende Verschiedenheit zeigt so recht die Notwendigkeit des Kontrollapparates.

Zur Kontrolle der Beschaffenheit der Säfte sollte bei jedem Saftabzuge eine Probe durch Spindeln mit dem Saccharometer geprüft werden. Diese Saftprobe ist in ein größeres Gefäß zu entleeren, welches nach beendigter Arbeitsschicht eine genaue Durchschnittsprobe des während dieser Zeit gewonnenen Saftes enthält. Auch zur Entnahme dieser Proben ist von Raßmus eine mechanische Vorrichtung erdacht. Diese Probe ist an das Laboratorium zur weiteren Untersuchung abzugeben.

Eine zweite Kontrollvorrichtung hat Verfasser längere Jahre benutzt und sehr bewährt befunden. Dieselbe besteht einfach darin, daß man einen Wassermesser von angemessener Größe in das Hauptwasserrohr der Diffusion einschaltet. Man kann damit nach jedem Schichtwechsel die im ganzen und für den Doppelzentner Rüben in der Diffusion verbrauchte Wassermenge feststellen. Einen besonderen Wert gewinnt der Wassermesser aber erst, wenn man mit Preßluft arbeitet, da er dann eine Kontrolle des Raßmusschen Kontrollapparates gestattet; man muß aber dabei berücksichtigen, daß die Angaben des Wassermessers naturgemäß immer etwas höher sind, als die des letzteren, weil die Schnitzel nach der Auslaugung mehr Wasser enthalten, als vorher, doch läßt sich diese Abweichung in jeder Fabrik leicht annähernd feststellen.

Wie viel Liter Saft in der Diffusion für 100 kg Rübenschnitzel „abgezogen" werden müssen, kann nicht von vornherein bestimmt werden, da dies von den verschiedensten Umständen abhängt. Als Regel hält man im allgemeinen fest, daß die ausgelaugten Schnitzel zwischen 0,3 und 0,4 % Zucker enthalten dürfen. Diese „Auslaugung" kann aber, je nachdem man arbeitet, mit hohem oder niedrigem „Abzug" erreicht werden. In den älteren Auflagen dieses Werkes werden in dieser Beziehung 140 bis 160 Liter als normal angeführt, doch entsprechen diese Zahlen heute nicht mehr der Praxis; man kann jetzt wohl 110 Liter als Mittel betrachten. Je weniger Saft man abzuziehen hat, um eine genügende Auslaugung zu erzielen, desto vorteilhafter wird man arbeiten, denn jedes Liter zuviel macht überflüssige Kosten, da es Kohlen zu seiner Verdampfung und zu seiner sich öfter wiederholenden Weiterbeförderung durch die Pumpen braucht und da es den Betrieb unnötig verlangsamt.

Um mit möglichst geringem Saftabzuge eine genügende Entzuckerung der Schnitzel zu erreichen, hat man vor allem darauf zu achten, daß die rohen Schnitzel recht gleichmäßig fein sind; in der Regel giebt man denselben eine Breite von etwa $5^1/_2$ mm und eine Stärke von 2 mm.

Daß zur Erreichung dieses Zweckes außerdem große Sorgfalt bei der Einhaltung der Temperaturen in der Diffusionsbatterie nötig ist, ist selbstverständlich.

9. Die Schnitzelpresse.

In den ersten Jahren ihres Bestehens erwuchs den Diffusionsfabriken eine große Schwierigkeit aus der Beschaffenheit der entzuckerten Schnitzel. Diese triefen vor Wasser, alle Zellen sind mit Wasser gefüllt, 100 kg enthalten, nachdem das äußerlich anhaftende, freiwillig abtropfende Wasser abgeflossen ist, durchgehends 94 kg Wasser und nur 6 kg Trockensubstanz. Der Fuhrmann, welcher seinen Wagen mit 2500 kg solcher Schnitzel belastet hat, bringt dann 2350 kg Wasser, welches häufig unterwegs zu Eis erstarrt ist, und 150 kg Futter nach Hause. Die Tiere, welche man damit ernähren will, fressen Wasser statt Futter, eine genügende Ernährung bleibt nur dann zu ermöglichen, wenn große Mengen von trockenem Futter neben diesem wässerigen Materiale gegeben werden.

Es machte sich daher bald die Notwendigkeit geltend, den Schnitzeln wenigstens einen Teil ihres Wassergehaltes zu entziehen; nach vielen vergeblichen Bemühungen ist dies gelungen.

So leicht sich aus zerrissenen Zellen Saft oder Wasser auspressen läßt, wie bei dem früheren Preßverfahren, oder beim Abpressen der Macerationsrückstände, so schwer gelingt dies bei unzerrissenen Zellen, gleichviel, ob dieselben mit Saft oder mit Wasser gefüllt sind. Einigermaßen erfolgreich kann dies nur geschehen, wenn man auf kleine Mengen einen starken Druck ausübt. Es scheiterten die anfänglichen Versuche der Entwässerung der Schnitzel namentlich daran, daß man große Mengen derselben auf einmal in eine hydraulische Presse brachte. Hat man auch vereinzelt günstige Resultate erzielt, so blieb doch die hydraulische Presse ein Notbehelf, auch namentlich aus dem Grunde, weil sie nicht kontinuierlich arbeitet und zu ihrer Bedienung viel Arbeitskraft erfordert.

Die Frage der Entwässerung der Schnitzel wurde erst auf eine genügende Weise durch eine von F. A. Kluſemann in Magdeburg-Sudenburg erdachte Konstruktion gelöst. Gelingt es mit dieſer Preſſe auch nicht, die Schnitzel ſo weit zu entwäſſern, daß ſie mit den Preßlingen der hydrauliſchen Breipreſſen konkurrieren können, ſo werden ſie doch im regelmäßigen Betriebe bis zu einem Gehalte an Trockenſubſtanz von etwa 11 bis 12 Proz. gebracht nnd kommen ſo dem Werte der gewöhnlichen Futterrüben ziemlich gleich, ſind alſo landwirtſchaftlich verwertbar.

Die Konſtruktion der Kluſemann'ſchen Preſſe iſt aus der des Schlickeyſen'ſchen Thonſchneiders, welcher früher mit günſtigem Erfolge zum Miſchen der Breipreßlinge mit Waſſer beim Nachpreſſen verwandt worden iſt, hervorgegangen. Hier wie dort werden die Maſſen durch Meſſer und ſchraubenförmig geſtellte Schneider zerteilt und zugleich vorwärts einer ſehr verengten Öffnung zugetrieben. Dieſes erfolgt bei der Kluſemann'ſchen Preſſe durch einen gelochten Kegel, der ſich in einem ebenfalls gelochten Cylinder dreht und ringsum mit ſchraubenförmig geſtellten Meſſern beſetzt iſt. Dieſe Meſſer ergreifen bei der Drehung des Kegels die oben in den Cylinder eingeworfenen Schnitzel, drängen ſie gegen die Wandungen, verdichten die Maſſen allmählich immer mehr und mehr und bewirken namentlich am unteren Teile, wo die Wand des Kegels in nur geringem Abſtande von der des Cylinders ſteht, einen ſehr ſtarken Druck.

Die Kluſemann'ſche Preſſe iſt in Fig. 69 in äußerer Anſicht, in Fig. 70 mit durchſchnittenem Cylinder dargeſtellt. Die von der Diffuſionsbatterie kommenden Schnitzel werden durch den Transporteur *A* dem Rumpfe *B* der Preſſe zugeführt. Sie werden dann von den an dem Kegel *C* befeſtigten, ſchraubenförmig geſtellten Meſſern bei der Drehung des Kegels ergriffen und gegen die Wand des Cylinders *D* gedrückt. Dabei verſtärkt ſich der Druck in dem Maße, wie ſie dem unteren Teile mehr zugeführt werden, da hier der Abſtand zwiſchen der Wand des Kegels und der des Cylinders immer geringer wird. Am unterſten Teile des Cylinders erreicht dieſer Abſtand bei *J J* ſein geringſtes Maß und folglich muß hier der ſtärkſte Druck herrſchen. Unter dieſem, ſo ganz allmählich zunehmenden Drucke geben die Schnitzel die Hälfte ihres Waſſers ab, welches teils in den äußeren Mantel *E*, teils in das Innere des Kegels dringt. Aus dem Mantel wird das

Waſſer durch die Röhren *F* dem Abflußrohre *H* zugeführt, während das in den Kegel eingedrungene durch den Stutzen *G* ſich in das-

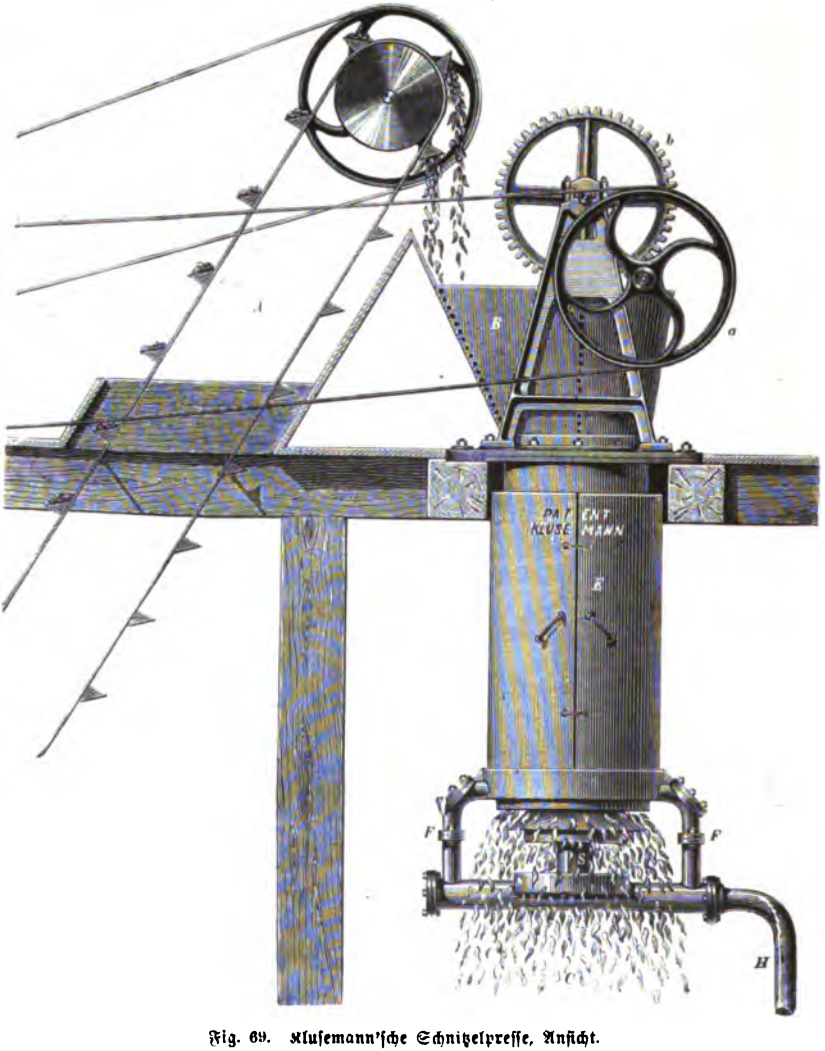


Fig. 69. Klusemann'ſche Schnitzelpreſſe, Anſicht.

ſelbe Abflußrohr ergießt. Die entwäſſerten Schnitzel fallen bei *J J* aus dem Cylinder. Zweckmäßig ſtellt man die Preſſe ſo auf, daß die

Schnitzel unmittelbar aus dem Cylinder in darunter gefahrene Transportwagen fallen.

Der Betrieb der Presse muß immer so geregelt werden, daß durch den Transporteur eine solche Menge von Schnitzeln zugeführt wird, wie erforderlich ist, um Cylinder und Rumpf gänzlich gefüllt zu halten. Man setzt daher den Kegel nicht eher in Bewegung, als bis der Rumpf *B* gehäuft voll geworden ist, und läßt ihn namentlich anfangs langsam gehen, um dem Transporteur Zeit zu gestatten, so viel Schnitzel zuzuführen, daß der Cylinder sich füllen kann, erst dann läßt man den Kegel auf seine richtige Geschwindigkeit von 50 Umdrehungen in der Minute kommen und regelt die Zufuhr durch den Transporteur so, daß bei gefülltem Rumpfe immer eine den unten ausfallenden gepreßten Schnitzeln entsprechende Menge nachgefüllt wird.

Fig. 70.
Klusemann'sche Schnitzelpresse, Durchschnitt.

Der Kegel erhält seine Bewegung von der Riemenscheibe *a*, auf deren Welle ein kleines Rad befindlich ist, welches in das Zahnrad *b* eingreift. Dies sitzt auf einer Welle, die ein Kegelrad trägt, und letzteres faßt in die Zähne eines Rades, welches auf der Verlängerung der Achse des Kegels aufgezogen ist. Der Kegel ruht und dreht sich in einer Lagerbüchse bei *G*, durch welche das Wasserabflußrohr hindurchgeht. Diese Büchse ist durch in der Zeichnung nicht dargestellte Schrauben zu heben oder zu senken, um die Größe des Abstandes zwischen dem unteren Teile des Kegels und der Cylinderwand nach Bedarf verändern und so größeren oder schwächeren Druck geben zu können.

Auf gleichem Prinzipe, wie die Klusemann'sche Presse, beruht die von Bergreen. Sie besteht, wie aus Fig. 71 hervorgeht, aus zwei ineinander geschobenen Hohlkegeln *A* und *B*, von denen *A* über den oberen Teil von *B* greift. Beide sind mit schraubenförmig gestellten

Druckmeſſern beſetzt, am oberen Kegel bilden dieſe nur Abſchnitte eines Schraubenganges, am unteren eine fortlaufende Schraube, deren

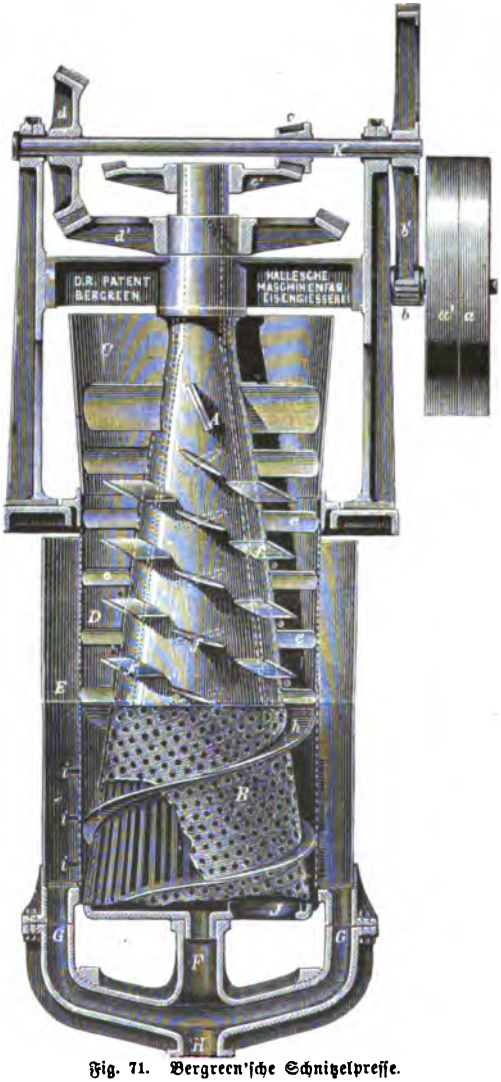


Fig. 71. Bergreen'ſche Schnitzelpreſſe.

Windungen ſo breit ſind, daß ſie die Wand des gelochten Cylinders *D* faſt berühren. Am oberen Kegel ſtehen die Druckmeſſer *e e* und *f f* in zwei Spiralen von verſchiedenem Gewinde, *e e* bilden eine Schraube

von flachem, *f f* von steilem Gewinde, die ersten wirken daher mehr ausstreichend, wegen ihrer größeren Breite mehr der Wandung des Cylinders zu drückend, während die Windungen der Spirale *f f* die Masse vorzugsweise abwärts führen.

An dem oberen Kegel sind die Messer *e* und *f* so gestellt, daß sie eine von links nach rechts verlaufende Spirale bilden, während die Schraube am Kegel *B* ihren Verlauf von rechts nach links nimmt.

Da die beiden Kegel sich in entgegengesetzter Richtung drehen, so werden die Schnitzel durch diese Anordnung der Messer von dem oberen Schraubengange in die Windungen des unteren hineingetrieben.

Die Bewegung erfolgt von der Riemenscheibe *a*, deren Leerscheibe *a''*, auf der Riemenscheibenwelle sitzt - das Zahnrad *b*, welches in das größere Zahnrad *b'* eingreift. Letzteres versetzt die horizontal liegende Welle *k* in Umdrehung und diese trägt die beiden, in entgegengesetzter Richtung stehenden Kegelräder *c* und *d*.

Das Zahnrad *d* greift in ein zweites Rad *d'* ein, welches auf den Hals des Kegels *A* aufgezogen ist. Letzterer findet seine Führung in dem Lagerringe *g*. Durch den Hals des Kegels *A* geht die Verlängerung des Kegels *B* und diese trägt an ihrem oberen Ende das Zahnrad *c'*, sodaß beide Kegel von derselben Welle *k* in Bewegung gesetzt werden, aber in verschiedener Richtung sich drehen.

Die Kegel sind, um den Abfluß des Wassers zu erleichtern, von Längsschlitzen durchbrochen, über diese sind fein gelochte Bleche aufgenietet, welche den Durchtritt von Schnitzeln verhindern. Der Kegel *B* ist von dem Mannloche *J* aus zugängig, um etwa eintretende Verstopfungen der Lochungen mit Leichtigkeit beseitigen zu können; ein Rand, welcher das Mannloch umgiebt, verhindert den Ausfluß von Wasser durch dasselbe. Um die Schlitzung sichtbar zu machen, ist die linke Seite des Kegels aufgebrochen gezeichnet, während ein Aufbruch an der rechten Seite das Mannloch erkennen läßt.

Der Rumpf *C* führt die Schnitzel in den an seiner ganzen Länge gelochten Cylinder *D*, der an seinem unteren Teile, da wo er den stärksten Druck auszuhalten hat, durch drei eiserne Ringe *i i i* verstärkt ist. Der Mantel *E* umhüllt den Cylinder, von hier fließt das Wasser durch zwei Röhren *G* in die Rohrleitung *H*; aus dem Innern des Kegels wird das Wasser durch *F* abgeleitet. Am Kopfe des Rohres *F* ist die Lagerbüchse angebracht, in welcher sich der Kegel *B* dreht.

Die Arbeitsweise dieser Presse ist durchaus dieselbe wie bei der von Klusemann konstruierten; es braucht daher hierüber nichts mehr erwähnt zu werden. Im Vergleiche zu der Klusemann'schen wird der Bergreen'schen Presse eine größere Leistungsfähigkeit und eine vollständigere Entwässerung der Schnitzel nachgerühmt.

Fig. 72. Neue Bergreen'sche Presse, Ansicht.

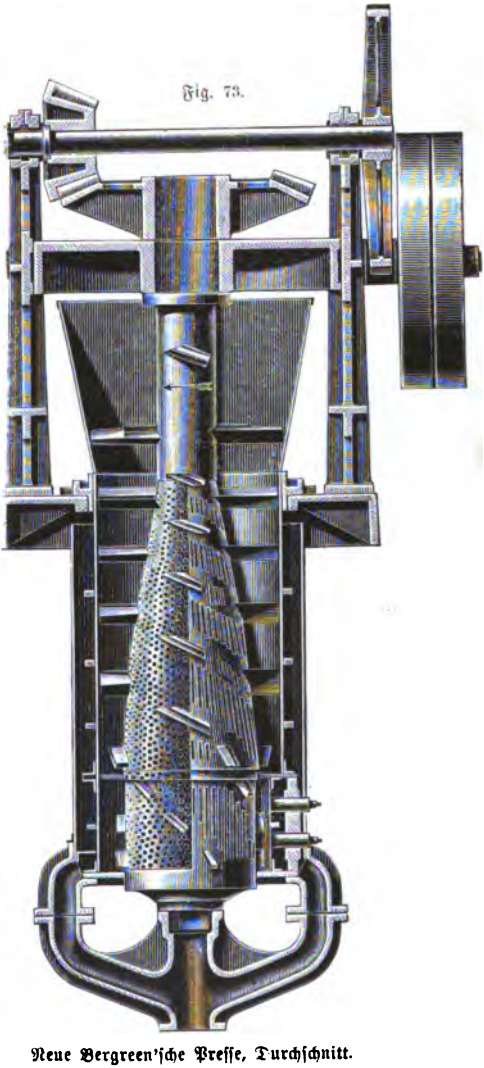
Beide, sowohl die Klusemann'sche wie die Bergreen'sche Presse, haben die Eigentümlichkeit, daß die Schnitzel durch die Schraubenflügel stark zerkleinert werden. Dieses ist für die Qualität derselben von keinem Belange, wird aber zu einem großen Übelstande, wenn die Schnitzel getrocknet werden sollen, da die zermalmten Massen derselben von dem beim Trocknen zur Verwendung kommenden starken Luftstrome fortgerissen werden und zu Verlust gehen. Es hat sich gezeigt, daß die Schnitzel hauptsächlich erst im letzten Stadium der Abpressung zerrissen werden, denn die schon stark gepreßten Schnitzel setzen den weiter treibenden, Druck ausübenden Schneckenflügeln um so mehr Widerstand entgegen, je mehr die Verdichtung derselben fortgeschritten ist.

Um diesem abzuhelfen, hat Bergreen (D. R.-P. Nr. 65 165) die in Fig. 72 in äußerer Ansicht, in Fig. 73 im Vertikaldurchschnitte und in Fig. 74 in einem horizontalen Durchschnitte nach der Linie *a b* in

Fig. 74 gezeichnete Abänderung an der Preſſe angebracht. Dieſelbe unterſcheidet ſich von der früheren Form durch Anordnung von nur einem Preßkegel, namentlich aber dadurch, daß der Preßraum nicht bis zum tiefſten Punkte ſich gleichförmig verengt, ſondern daß der untere Teil des Preßraumes durch die cylindriſche Geſtalt des unteren Teiles des Preßkegels eine ringförmige Zelle bildet, in welcher die Schnitzel einem gleichförmigen Drucke ausgeſetzt werden. Dieſe Preſſe wird von der Sangerhäuſer Aktien-Maſchinenfabrik und Eiſengießerei, vormals Hornung & Rabe, gebaut. Dieſelbe iſt für eine Verarbeitung von 1250 bis 1500 metr Rüben in 24 Stunden ausreichend und ſoll, nach Angaben der Fabrikanten, Schnitzel mit 12,5 bis 15 Proz. Trockenſubſtanz liefern.

Außer dieſen ſind noch verſchiedene andere Schnitzelpreſſen konſtruiert worden, ſo von Selwig & Lange in Braunſchweig, deren Leiſtung gerühmt wird. Dieſe beſteht im weſent-

Fig. 73.



Neue Bergreen'ſche Preſſe, Durchſchnitt.

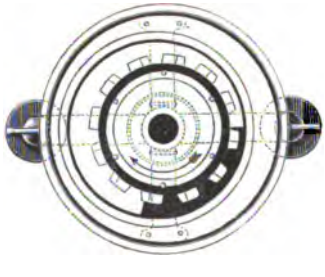


Fig. 74.

lichen aus zwei ganz flachen Kegeln, deren Spitzen gegeneinander gekehrt sind und die sich in einem geschlossenen Gehäuse so drehen, daß ihre Flächen bei jeder Umdrehung sich bis zu einem geringen Abstande nähern. Die Schnitzel fallen an der Stelle des Gehäuses ein, wo der Abstand der Kegelflächen am größten ist, werden dann zusammengepreßt und werden, nachdem sie die Stelle der größten

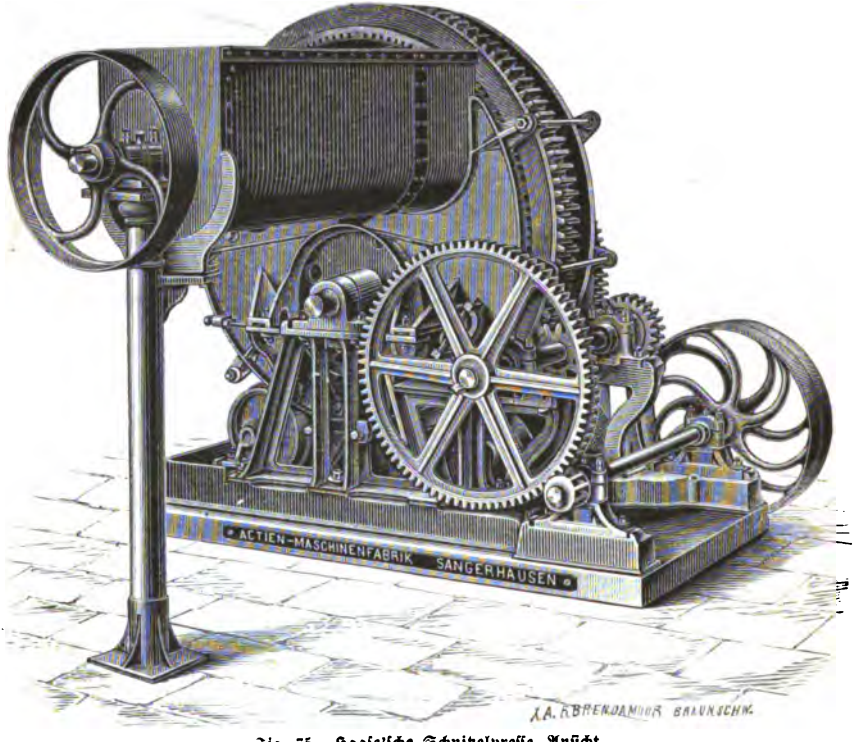


Fig. 75. Haase'sche Schnitzelpresse, Ansicht.

Annäherung passiert haben, bei der weiteren Drehung aus einer Öffnung des Gehäuses ausgeworfen.

Eine andere Schnitzelpresse, die Haase'sche, ist ebenfalls von der Sangerhäuser Maschinenfabrik in die Industrie eingeführt worden. Dieselbe (Fig. 75 und 76) besteht aus einer großen Trommel *B* (Fig. 76) aus starkem gelochtem Eisenbleche, welches innerhalb noch mit feingelochten Blechen ausgekleidet ist, damit die Schnitzel nicht durchfallen. Im Innern dieser Trommel befindet sich eine kleinere Trommel aus Guß-

eisen (*A*), welche auf einer starken Welle excentrisch mit der ersteren so befestigt ist, daß an einer Stelle zwischen den Peripherien beider ein ziemlich enger Raum verbleibt.

Auf die äußere Trommel (*B*) sind zwei Laufringe aus Gußstahl (*dd'*) warm aufgezogen, welche auf drei Paar Rollen (*E*) aus Hartguß ruhen, während zur Bewegung derselben in der Mitte zwischen diesen Ringen ein Zahnkranz angebracht ist.

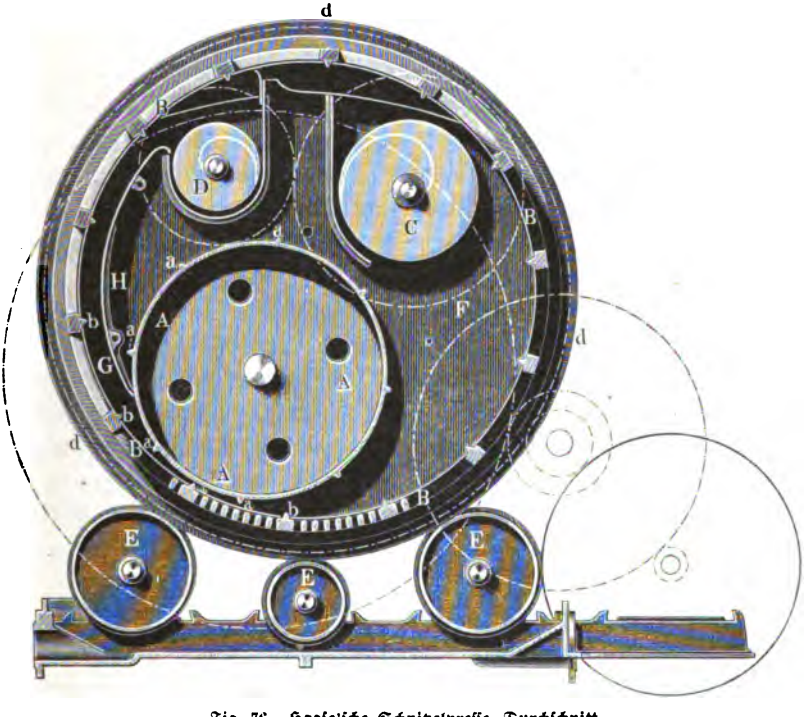


Fig. 76. Haase'sche Schnitzelpresse, Durchschnitt.

Die innere Trommel ruht mit ihrer Welle auf zwei außerhalb der Maschine aufgestellten Lagerböcken.

Die Presse wird auf beiden Seiten durch starke gußeiserne Wände geschlossen, in denen sich Öffnungen zum Einbringen der nassen (*C*) und zum Auswerfen der gepreßten Schnitzel (*D*) befinden. Das Einbringen und Fortschaffen der Schnitzel wird gewöhnlich durch Schnecken bewirkt, von denen der Trog der Zubringschnecke in Fig. 75 zu sehen ist.

Durch passend gewählte Vorgelege werden beide Trommeln in gleicher Richtung und mit gleicher Schnelligkeit gedreht (3 bis 5 Umdrehungen in der Minute); dabei werden die in den Raum *F* (Fig. 76) eingeführten nassen Schnitzel durch die an den Trommeln angebrachten Mitnehmerleisten (*a*, *b*) der engsten Stelle derselben zugeführt, werden dort ausgepreßt, wobei das Preßwasser durch die gelochte Trommel abläuft, gelangen dann in den Raum *G* und gehen daselbst zwischen der Wand der äußeren Trommel und dem Abstreicheblech *H* nach oben in die Fortbringeschnecke *D*.

Diese Presse ist überall da vorzüglich zu gebrauchen, wo die Schnitzel frisch verfüttert oder durch Einsäuern konserviert werden; will man die Schnitzel durch Trocknen konservieren, so ist die Bergreen'sche Presse vorzuziehen, weil der Trockensubstanzgehalt der mit der Haase'schen Presse erzeugten Schnitzel ein etwas geringerer ist, als der mit letzterer erhaltenen, beim Trocknen der Schnitzel aber jedes Kilogramm Wasser Kohle kostet.

Die Vorzüge der Haase'schen Presse bestehen darin, daß sie im Verhältnisse zu allen anderen Konstruktionen wenig Betriebskraft braucht, Jahre lang ohne die geringste Reparatur gehen kann, wenig Platz wegnimmt und außerordentlich leistungsfähig ist. Eine Haase'sche Presse verarbeitet bequem die Schnitzel von 4000 Doppelzentner Rüben in 24 Stunden, wobei zu berücksichtigen ist, daß sie naturgemäß um so besser wirkt, je mehr sie zu thun bekommt. Bei schwachem Betriebe sind die Schnitzel, welche sie liefert, immer feuchter als bei vollem. Ist man daher mit dem Feuchtigkeitsgehalte der Schnitzel nicht zufrieden, so wird man am besten Abhilfe schaffen, wenn man der Presse durch Anbringung einer größeren Antriebsscheibe eine geringere Umdrehungszahl giebt. Die Aufstellung einer zweiten Presse und Verteilung der nassen Schnitzel auf beide würde das Übel nur vergrößern.

10. Konservierung der Schnitzel.

Die Schnitzel der Diffusionsfabriken werden durch festes Einstampfen in gemauerten Gruben, oder in Erdgruben, zum späteren Verbrauche, zur Verfütterung an Mast- und Milchtiere, konserviert. Sie erleiden dabei durch Gährung mancherlei Veränderungen. Es tritt dabei eine Säuerung ein, unter Bildung von Milchsäure und anderen Säuren, die dem Geschmacke der Tiere nicht zuwider sind. Zugleich nehmen sie

einen eigentümlichen, den meisten Menschen allerdings nicht angenehmen Geruch an. In diesem gegohrenen Zustande werden die Schnitzel von Ochsen, Kühen, Schafen gern gefressen und sie bilden einen wichtigen Bestandteil der Futterrationen, welche in den Stallungen der Rübenwirtschaften den Tieren gereicht werden.

Bei der Gährung tritt eine teilweise Verflüssigung ein, die Schnitte lassen dabei eine große Menge von Saft austreten. In der Meinung, die Flüssigkeit bestehe aus Wasser, hat man diese Erscheinung mit Freuden begrüßt und man glaubte sogar, durch Einlegen von Drainröhren die Entwässerung des Futters fördern zu können. Chemische Untersuchungen des vergohrenen Materials haben jedoch das Irrige dieser Anordnung erwiesen. Die Flüssigkeit, welche sich bildet, ist nämlich nicht Wasser, sondern eine Lösung der Gährungsprodukte der Schnitzel, — die Schnitzel selbst werden in den drainierten Gruben nicht trockener, als sie vorher waren, sondern bleiben ebenso naß, und man erreicht durch die Drainierung, sei sie beabsichtigt oder ohne Zuthun durch die poröse Beschaffenheit des Bodens herbeigeführt, nichts anderes, als sehr erhebliche Substanzverluste. Diese Substanzverluste werden noch dadurch vergrößert, daß während des Verlaufes der Gährung eine Menge von organischer Substanz unter Entwickelung gasförmiger Kohlensäure zerstört wird. Und je länger die Aufbewahrung dauert, um so mehr Material wird verloren, sei es, daß dieses durch den Abfluß von löslich gewordenen Stoffen, oder durch Zerstörung derselben durch Gährungsvorgänge, erfolgt. Nach Maercker und Morgen kann man die Verluste, welche die Schnitzel bei einer 4 bis 5 Monate dauernden Aufbewahrung in Erdmieten erleiden, auf rund 35 Proz. ihres Trockensubstanzgehaltes veranschlagen, während sie in gemauerten Gruben durchschnittlich etwa 20 Proz. verlieren. Wie bedeutend diese Verluste sind, läßt sich in wenigen Zahlen ausdrücken. Bei einer Verarbeitung von 300000 metr Rüben werden rund 150000 metr abgepreßte Schnitzel gewonnen. Werden dieselben im Laufe von sechs Monaten verfüttert, so kann man annehmen, daß 30000—35000 metr fehlen werden und für jeden weiteren Monat wird sich ein fernerer Verlust von 3000—4000 metr ergeben*).

*) Vergl. Maercker „Uber die Verluste der Diffusionsrückstände beim Lagern." Journ. f. Landw. 1882, S. 413. — Maercker und Morgen „Wesen und Verwertung der getrockneten Diffusionsrückstände der Zuckerfabriken", Berlin 1891.

Für den Fabrikanten wie für den Landwirt ist es von größter Wichtigkeit, diese erheblichen Verluste an wertvollem Futtermateriale zu vermeiden.

Außerdem kommt noch in Betracht, daß die Schnitzel, wenn ihr Wassergehalt auch durch Abpressen soweit wie möglich herabgebracht ist, trotzdem ein ungemein wasserreiches Futtermaterial bilden, und daß den Tieren in demselben weit mehr Wasser zugeführt wird, als für ihre Ernährung erwünscht ist.

Beide Nachteile, die Substanzverluste beim Lagern, sowie die übermäßige Wasserzufuhr in dem aus reichlichen Schnitzelmengen bestehenden Futter, lassen sich nur auf eine Weise vermeiden, indem man die Schnitzel *trocknet*. In dem getrockneten Materiale ist keine Gährung mehr möglich, es ist unbegrenzt lange haltbar, und man hat bei der Verfütterung desselben nicht die Übelstände, welche mit der Verabreichung so großer Massen von kaltem, nassen Futter verbunden sind.

Die Ausführung der Trocknung ist lange Zeit an technischen Schwierigkeiten gescheitert, bis es *Büttner* und *Meyer* in Uerdingen a. Rh. gelang, einen hierfür tauglichen Apparat zu konstruieren. Derselbe kam zuerst 1887/88 in der Gilbacher Zuckerfabrik in Wevelinghofen und 1888/89 in einer kleinen, mehr zu Versuchszwecken eingerichteten Anlage der Fabrik Hadmersleben in Betrieb. Letztere wurde in dem folgenden Jahre erheblich erweitert. 1889/90 folgten weitere vier Anlagen, 1890/91 deren elf, auch einige in Österreich, Frankreich und Belgien, und in der Betriebsperiode 1897/98 waren, nach Zabel's Jahr- und Adreßbuch der Zuckerfabriken, in Deutschland allein 58 Trocken-Anstalten dieses Systems in Betrieb. In allen diesen Anlagen hat das Verfahren sich vollkommen bewährt, und so steht wohl zu erwarten, daß in nicht ferner Zeit alle Fabriken ein Trocknungsverfahren einführen werden.

Die Trocknung wird in dem Apparate von Büttner und Meyer dadurch bewirkt, daß die von der Presse kommenden, kalten, nassen Schnitzel in einen Raum fallen, durch den die Verbrennungsgase einer Feuerung geführt werden. Letztere treten mit einer Temperatur von etwa 400° C. ein und geben ihre Wärme an das zu trocknende Material ab, welches, solange es noch Feuchtigkeit enthält, nicht über 100° C. erwärmt werden kann, da alle ihm zugeführte Wärme zur Umwandlung

des Waſſers in Dampf verbraucht wird. Durch beſtändige Bewegung der in Trocknung begriffenen Schnitzel wird eine allſeitige Berührung des Materials mit den Heizgaſen geſichert, außerdem wird das Material in gleicher Richtung mit den Feuerungsgaſen vorwärts bewegt und bleibt ſo auf ſeinem ganzen Wege in Berührung mit den heißen

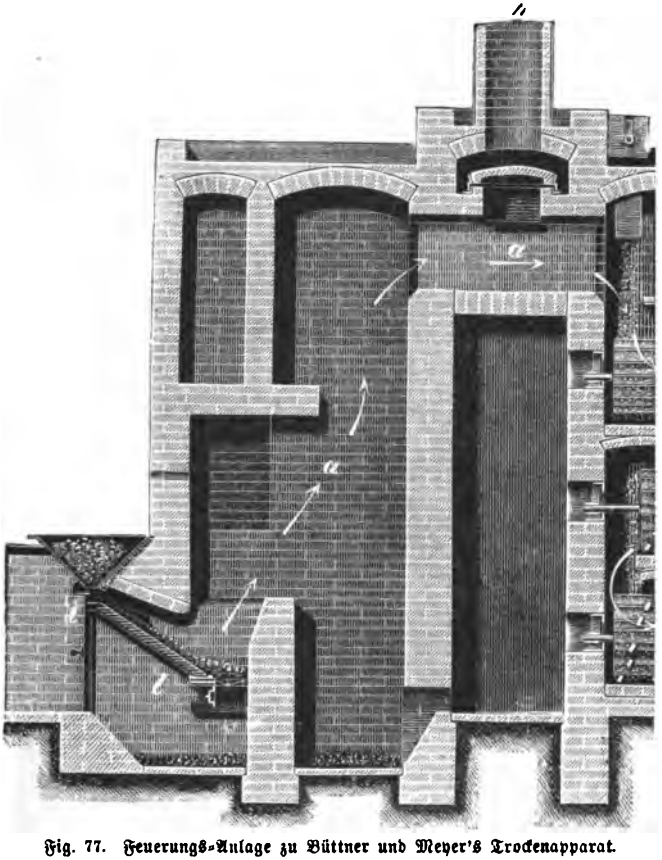


Fig. 77. Feuerungs-Anlage zu Büttner und Meyer's Trockenapparat.

Gaſen und dem bei der Trocknung entſtandenen Dampfe. Da die Feuerungsgaſe beſtändig Wärme abgeben, ſo kühlen ſie ſich allmählich ab und man hat nur das Verhältnis der zugeführten Wärme und der zugeführten Schnitzel derart zu regeln, daß die Schnitzel, wenn ſie am Ende des Apparates angekommen ſind, genügend trocken geworden ſind, während die daſelbſt abſtrömenden Verbrennungsgaſe durch die fort-

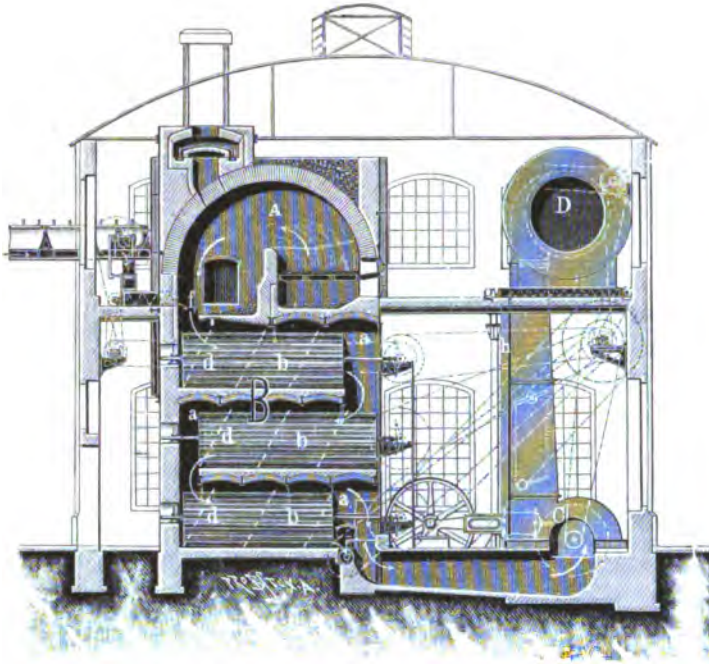


Fig. 78. Längsschnitt von Büttner und Meyer's Trockenapparat.

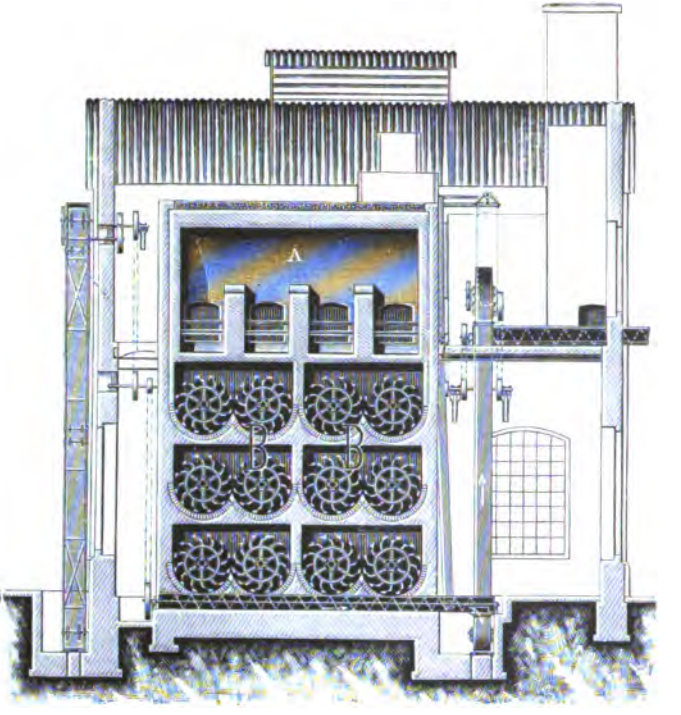


Fig. 79. Querschnitt von Büttner's und Meyer's Trockenapparat.

dauernde Dampfbildung so weit abgekühlt werden, daß eine Verdichtung des Dampfes noch nicht eintreten kann. Ein an der Austrittsstelle angebrachtes Thermometer soll eine Wärme von 110° C. anzeigen, eine Wärme, welche hoch genug ist, um jeder Verdichtung des Dampfes vorzubeugen, während sie anderseits nicht hoch genug ist, um das nunmehr trockene Material irgendwie zu schädigen. Je nach der Dauer des Verweilens bei dieser Temperatur hat man es in seiner Hand, die Austrocknung beliebig weit zu treiben. Man könnte die Schnitzel in völlig wasserfreiem Zustande aus dem Apparate austreten lassen, doch würde dieses keinen Sinn haben, da die völlig trocknen Schnitzel, wie alle Pflanzenstoffe, mit größter Begierde etwa 12 bis 15 Proz. Feuchtigkeit aus der Luft wieder aufnehmen. Man begnügt sich daher damit, die Austrocknung so weit kommen zu lassen, daß die Schnitzel einen Gehalt von etwa 88 Proz. Trockensubstanz haben, wobei sie, wenn sie auch nicht wasserfrei, doch in gleichem Sinne wie Heu und ähnliche Stoffe völlig trocken sind.

Die Hauptteile des Apparates sind in der Abbildung 78 im Längs- und in Fig. 79 im Querschnitte dargestellt; die Feuerung zu demselben ist in Fig. 77 für sich abgebildet.

Die Feuerung, hier für Braunkohle bestimmt, besteht aus einem Treppenroste *l* mit kurzem Planroste, auf welch letzterem die herabrutschenden Kohlen vollständig verglimmen. Die Ansaugung der zur Verbrennung erforderlichen Luft erfolgt, sobald der Betrieb einmal eingeleitet ist, durch die Thätigkeit des am Ende des Apparates angeordneten Exhaustors *C*, sie wird außerdem durch einen verschiebbaren Blechvorsatz *i*, welcher sich vor dem Aschenfalle befindet, geregelt. Die Verbrennungsprodukte entweichen zunächst in einen hohen weiten Raum, in welchem, durch zugeführte Luft, eine vollständige Verbrennung des Rauches herbeigeführt wird und vor allem, eine Absonderung der Flugasche erfolgt. Am Kopfende dieses Raumes treten die Heizgase in einen horizontalen Kanal, der einen, mittels eines Schiebers dicht verschließbaren, Auslaß zu einem Schornsteine *k* hat. Dieser Schieber bleibt bei der ersten Inbetriebsetzung des Apparates geöffnet, bis der Feuerungsraum sich so weit durchwärmt hat, daß mit der Trocknung begonnen werden kann, außerdem dient er im Falle der Not, bei einer etwa eintretenden Überhitzung des Apparates, oder bei mangelndem Vorrat an Schnitzeln zur unmittelbaren Ableitung der Feuergase.

In dem Kanale sind außerdem mehrere schlitzförmige, nach außen führende, durch Schieber verschließbare Öffnungen vorhanden, durch welche nach Bedarf kalte Luft zugeführt werden kann. Ein durch die Wand des Kanales geführtes Pyrometer zeigt die hier herrschende Temperatur. Steigt dieselbe über 400° C., so werden die Luftzuführungsöffnungen frei gemacht, bis die beabsichtigte Temperatur erreicht ist. Die Überwachung und Regelung der hier vorhandenen Wärme ist fast die einzige, Aufmerksamkeit erfordernde, Arbeit des Apparatführers.

Von dem Kanale treten die auf die richtige Temperatur gebrachten Heizgase in den eigentlichen Trockenapparat *B*. Dieser besteht aus drei übereinander befindlichen gemauerten, überwölbten flachen Kammern *a*, bei denen der Boden der obersten zugleich die Decke der zweiten darunter befindlichen bildet, und ebenso ist der Boden der zweiten Kammer zugleich Decke der dritten. Die Kammern sind mit durch die Gewölbe führenden Öffnungen verbunden, so daß die in die oberste Kammer tretenden Heizgase ihren Weg durch einen breiten, an der linken Seite angeordneten Schlitz *f* nehmen, dann durch die etwa 5 m lange Kammer in der Richtung von links nach rechts ziehen und hier durch einen zweiten Schlitz in die darunter befindliche mittlere Kammer gelangen. In dieser gehen sie in entgegengesetzter Richtung, von rechts nach links. Am Ende der mittleren Kammer angelangt, finden sie einen weiteren Schlitz, der sie in die unterste Kammer eintreten läßt, aus der sie am rechten Ende durch den Exhaustor *C* abgesogen werden. Der Boden jeder der drei Kammern wird durch rinnenförmig gemauerte Mulden gebildet und im Mittelpunkte jeder der vier Mulden liegt eine Welle *b*, welche an dem einen Ende in einem an der Hinterwand der Kammer befindlichen Lager ruht, während das andere Ende derselben aus der Vorderwand herausragt und hier in einem Kegelrade endet. In dieses Rad greift ein zweites Rad, welches von der Transmission eine solche Bewegung erhält, daß die in der Trockenkammer befindliche Welle in der Minute sechsundzwanzig Drehungen macht. Dabei ist die Übersetzung so gewählt, daß die vier in jeder Kammer befindlichen Wellen sich in entgegengesetzter Richtung drehen. Sämtliche Wellen sind mit Armen und Schaufeln besetzt, die fast bis auf den Boden der Mulden herabreichen.

Die von der Presse kommenden Schnitzel werden durch einen Elevator und von diesem durch eine Transportschnecke bis über die

Trockenkammer gefördert und fallen aus der Schnecke durch ein Blechrohr in den linksseitigen Schlitz der obersten Kammer, also an derselben Stelle, wo die Heizgase eintreten. Hier werden sie sofort von den Schaufelwellen ergriffen und gründlich durcheinander geworfen, da je zwei Wellen, wie erwähnt, gegeneinander arbeiten. Die Schaufelwellen heben bei jeder Umdrehung die Schnitzel in die Höhe und lassen sie wieder in den von den heißen Feuergasen durchstrichenen Raum herabfallen, wobei sie zugleich durch die spiralige Stellung der Schaufeln in der Richtung von links nach rechts vorwärts befördert werden. Am Ende der Kammer angelangt, fallen sie durch den Schlitz in die mittlere Kammer, die sie auf gleiche Weise durchlaufen, um am linken Ende derselben, durch den daselbst befindlichen Schlitz in die unterste Kammer zu gelangen, an deren rechtem Ende sie getrocknet ankommen und durch eine daselbst angeordnete Schnecke hinaus befördert werden. Durch den heftigen Luftstrom, welcher durch die Wirkung des Exhaustors im Apparate hervorgerufen wird, werden feine Teile der trocknen Schnitzel mit fortgeführt. Um diese nicht durch den Exhaustor ausblasen zu lassen, ist in das Ausblaserohr desselben ein Staubsammler *D* eingeschaltet, welcher die mitgerissenen Schnitzelteilchen durch die Schnecke *g* und den Schlot *h* der Hauptmasse der Schnitzel gleichmäßig zuführt.

Ein anderer Apparat für den gleichen Zweck ist von A. W. Mackensen in Schöningen konstruiert*). Derselbe hat mit günstigem Erfolge während der Betriebsperiode 1892/93 in der Zuckerfabrik Calbe gearbeitet, aber bisher nur wenig Verbreitung gefunden. Zabel führt nur sieben Anlagen desselben an. Der Apparat, welcher in Fig. 80 teilweise durchschnitten und in Fig. 81 in oberer Ansicht dargestellt ist, besteht aus zwei langen Trommeln aus Schmiedeeisen, von denen jede aus drei Stücken zusammengesetzt ist. Die einzelnen Stücke tragen an ihren beiden Enden je eine Schiene, welche auf Rollen gelagert ist. Die Rollen werden durch Riemenscheiben in Umdrehung versetzt und bewirken so eine Drehung der Trommeln.

Die gepreßten Schnitzel fallen bei *a* in die erste Trommel, durch die hindurch sie mit den Gasen der Feuerungen langsam, teils durch einen darin angebrachten Rippenheizkörper, teils durch den Zug des

*) D.-R.-P. Nr. 64972.

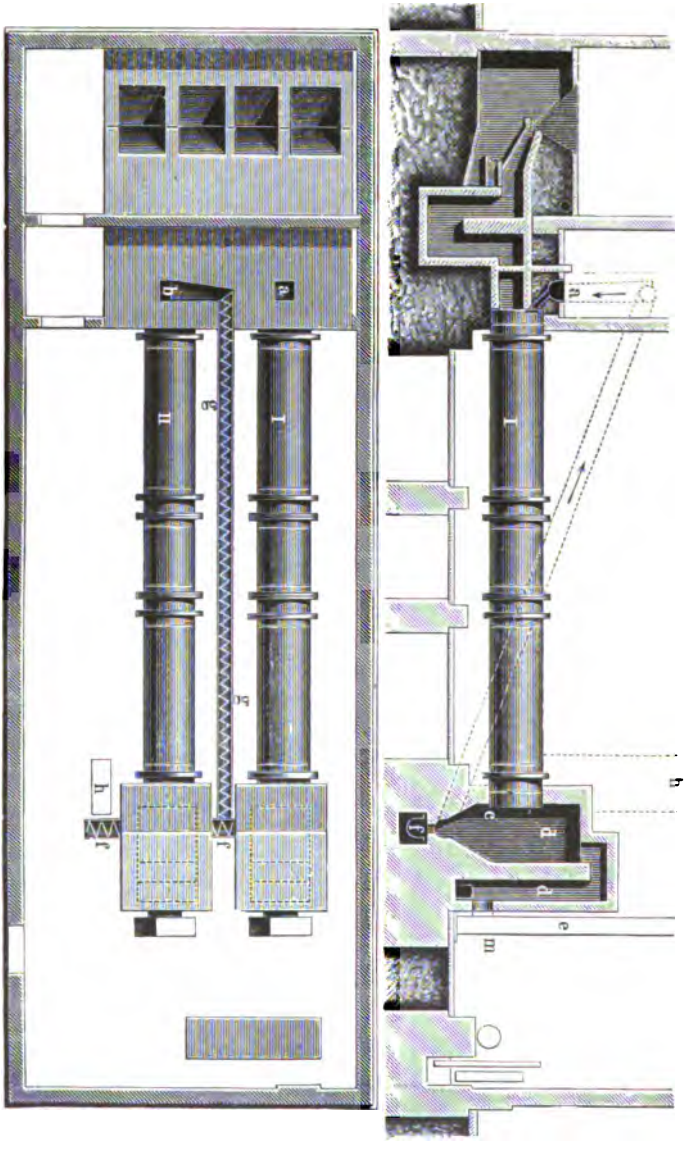


Fig. 80. Madenfen's Schnitzeltrockenapparat, Längsschnitt.

Fig. 81. Ansicht von oben.

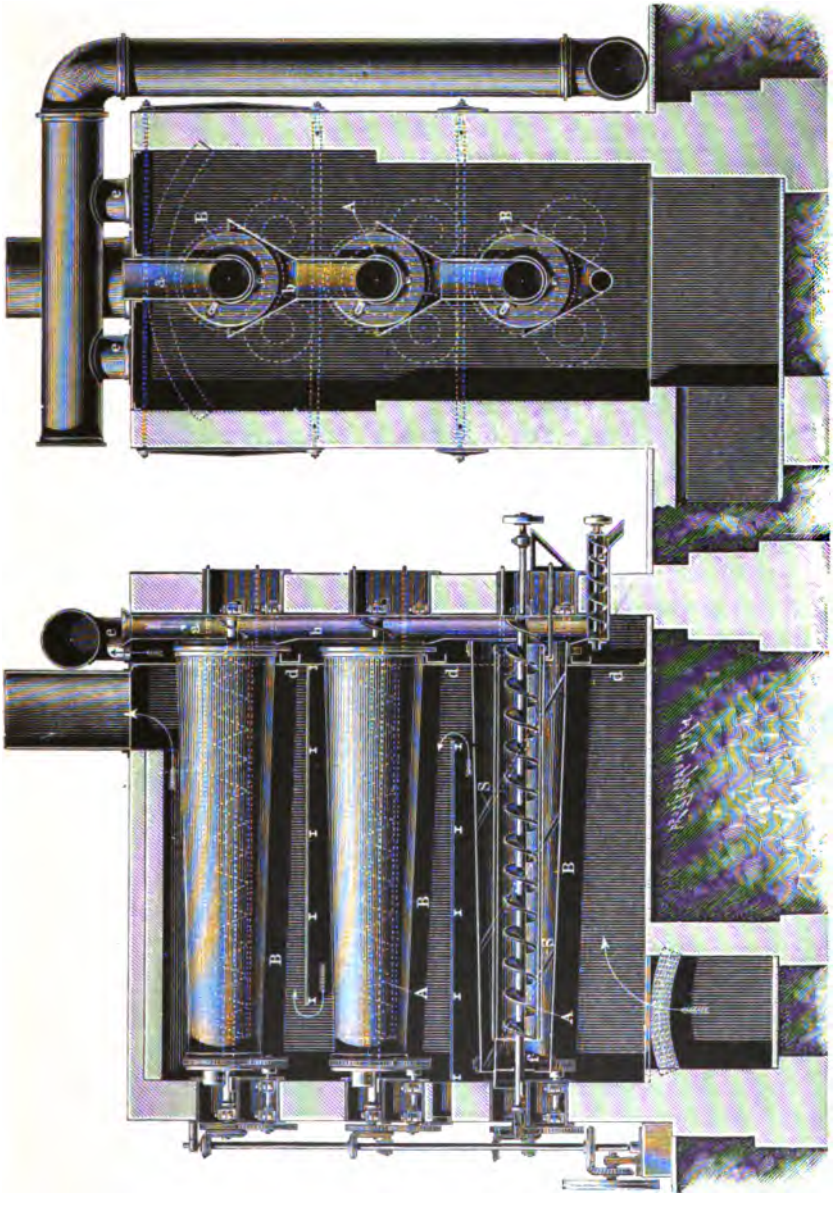


Fig. 83. Dippe's Schnitzeltrockenapparat.

Fig. 82.

am hinteren Ende der Trommel stehenden Exhaustors *m* nach dem anderen Ende der Trommel befördert werden. Bei *c* fallen sie mit einem Feuchtigkeitsgehalte von 50 bis 60 Proz. in eine unter der Trommel liegende Schnecke *f*, während das verdampfte Wasser und die Feuergase bei *d* in den Exhaustor *m* und von diesem in eine sogenannte Staubkammer geblasen werden. Die Schnitzel gelangen aus der Schnecke *f* in die lange Schnecke *g*, die sie bei *b* in die zweite Trommel fallen läßt. Sind sie durch diese gegangen, so sind sie vollkommen trocken und werden von der Verlängerung der Schnecke *f* in den Elevator *h* geworfen und von diesem in einen Aufbewahrungsraum gefördert. Es genügen zwei Trommeln für eine tägliche Verarbeitung von 3000 metr Rüben; zum Betriebe ist eine Maschine von 15 bis 20 Pferdekraft erforderlich. Die ganze Anlage für die Trocknung der Schnitzel von täglich 3000 metr Rüben, inkl. Maschine, Gebäude, Schornstein, Transmissionen, Dach, Fenster und Thüren u. s. w. kostet, nach brieflicher Mitteilung des Erfinders, etwa 55 bis 60000 Mark.

Auch der Apparat von Dippe (D. R.-P. 67942) hat bisher nur eine geringe Aufnahme gefunden. Derselbe ist in Fig. 82 und in Fig. 83 dargestellt. In demselben ist eine Anzahl von horizontalen Blechcylindern übereinander angeordnet, von denen jeder einzelne aus einem inneren festliegenden sogenannten Innencylinder und einem äußeren drehbaren Außencylinder besteht. Der Innencylinder *A* ist mit einem Dampfmantel umgeben, besitzt eine innen liegende Schnecke und liegt mittels zweier halbkreisförmiger Verlängerungen an seinen Enden im Mauerwerke auf.

Der Außencylinder ist konisch, wird mittels Tragrollen und Stirnrädern in Umdrehung versetzt und ist im Innern mit Schlagleisten *S* versehen. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, überragt der Außencylinder den Innencylinder an der einen Seite und sind sämtliche Doppelcylinder in einem gemauerten, turmartigen Raume, der Trockenkammer, übereinander gelegt, sodaß der Betrieb der Innenschnecken, sowie der Außencylinder mittels stehender Welle und einem Systeme von konischen und Stirnrädern erfolgen kann. Die Trockenkammer ist zwischen den einzelnen Doppelcylindern durch Blechabdeckungen abgeschlossen, sodaß in dieselbe eintretende Heizgase den durch die Pfeilrichtung angedeuteten Weg nehmen müssen.

Je nach der Menge der zu trocknenden Schnitzel werden drei oder sechs Doppelcylinder übereinander angeordnet.

Die Trocknung geht in folgender Weise vor sich:

Die Innencylinder werden durch Dampf geheizt, während die Außencylinder, bezw. Trockenkammern, wenn irgend thunlich, mit den Abzugsgasen der Dampfkesselfeuerungen erwärmt werden; ist letztere Wärmequelle ausgeschlossen, so erfolgt die Beheizung durch eine besondere Feuerung.

Die Schnitzel gelangen durch die Öffnung *a* in den Innencylinder *A* des obersten Doppelcylinders, werden durch die Schnecke nach dem entgegengesetzten Ende befördert, fallen hier in den sich drehenden Außencylinder *B* und kehren unter der Einwirkung der Kegelform und der schrägen Schlagleisten *S* des Außencylinders nach der ursprünglichen Einfallseite zurück. Hier fallen sie durch eine trichterförmige Öffnung *b* in den Innencylinder des zweiten Doppelcylinders, und der Prozeß wiederholt sich in gleicher Weise, bis endlich der letzte Außencylinder die getrockneten Schnitzel an die Schnecke *c* abgiebt.

Während des ganzen Vorganges wirkt einmal die Wärme der durch Dampf geheizten Innencylinder und außerdem die Wärme der durch die Feuergase geheizten Außencylinder auf den Wassergehalt der Schnitzel ein, und es ist in den Innencylindern, bei der konstanten Temperatur des Dampfmantels, ein Verbrennen der Schnitzel selbst bei der innigsten Berührung ausgeschlossen.

Eine Überhitzung im Außencylinder ist bei Beheizung durch Kesselgase ebenfalls ausgeschlossen, bei direkter, sehr starker Feuerung allerdings nicht unmöglich, doch wirkt hier die durch die Drehung des Außencylinders hervorgerufene starke, fallende Bewegung der Schnitzel einer Überhitzung derselben günstig entgegen. In der Verbindung von Erwärmung mittels Dampf und Verbrennungsgasen liegt das Eigentümliche der Erfindung, indem hierdurch das Mittel gegeben ist, bei angemessenen, konstanten, niedrigen Temperaturen zu trocknen, und hiermit die Gefahr der Überhitzung ausgeschlossen bezw. sehr unwahrscheinlich gemacht ist.

In der Trockenkammer befindet sich eine Scheidewand *ddd*, durch dieselbe treten die Doppelcylinder mit ihren weiten Öffnungen. Wirkt auf diesen so geschaffenen Raum, in welchem sich auch die Einfalltrichter

befinden, ein Exhauſtor durch die Abſaugerohre *e e*, ſo wird hierdurch der entſtehende Waſſerdampf abgeführt.

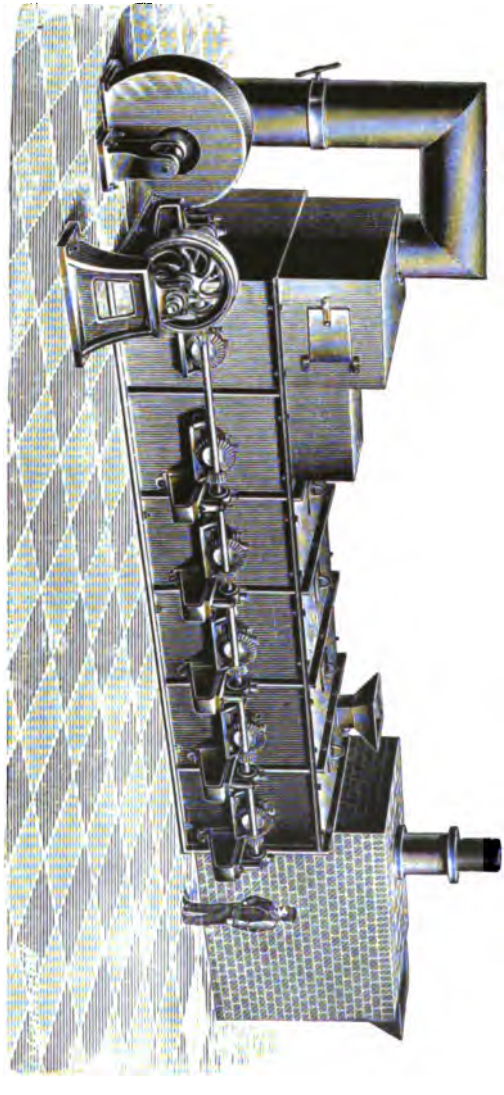


Fig. 84. Schnitzeltrockenapparat von Petry und Hocking, Anſicht.

Sind die Außencylinder an der Betriebs- bezw. engen Seite durch Stirnwände *f* geſchloſſen und hierdurch auch der Innencylinder, ſo iſt den Heizgaſen der Zutritt zu dem Innern der Cylinder abgeſchnitten. Die Gaſe kommen dann nicht in unmittelbare Berührung mit den Schnitzeln. Werden die erwähnten Stirnwände teilweiſe geöffnet, ſo treten die Heizgaſe unter der ſaugenden Wirkung des Exhauſtors ſowohl durch den Innen-, wie auch durch den Außencylinder. Es iſt dies für den praktiſchen Betrieb des Apparates von großer Bedeutung, inſofern als die Schnitzel, bei ausſchließlich äußerer Beheizung der Cylinder, durch Ruß und Aſche nicht verunreinigt werden, und ſomit die Benutzung der Heizgaſe von Steinkohlenfeuerungen ermöglicht wird. Im anderen Falle iſt bei Braunkohlenfeuerungen eine direkte Berührung der Gaſe und Schnitzel neben der Außenheizung nicht ausgeſchloſſen.

Ein in den letzten Jahren von Petry und Hecking in Dortmund konstruierter Apparat hat sich jedoch besser eingeführt als die beiden zuletzt beschriebenen. Fig. 84 zeigt die äußere Ansicht, Fig. 85 den vertikalen Längsschnitt desselben. Derselbe besteht aus einer Reihe von muldenförmigen Kammern, die nebeneinander angeordnet und durch unvollständige Querwände derart mit einander verbunden sind, daß Heizgase und Schnitzel sämtliche Kammern im Zickzackwege passieren müssen. Die im Ofen erzeugten Heizgase treten, vom Ventilator *v* angesaugt, bei *f* ein und durchstreichen die Trockenräume in der Richtung der Pfeile an den Übertrittsstellen *u*, *u*. Sämtliche Räume sind mit Rührvorrichtungen versehen, die von einer gemeinsamen Längswelle durch konische Räder betrieben werden. Die nassen Schnitzel treten bei *e* ein, die trockenen bei *s* aus. Die mit Wasserdämpfen gesättigten Heizgase verlassen den Apparat schon in der vorletzten Trockenkammer in der Richtung der in der Durchschnittszeichnung angegebenen Pfeile, gehen durch den cyklonartig ausgebildeten Aufbau *c*, wo sich die mitgerissenen Staubteile abscheiden, und werden dann vom Ventilator in die unter den beiden letzten Mulden befindlichen Kammern *k* geblasen, von wo sie durch einen Dunstkamin in's Freie geführt werden.

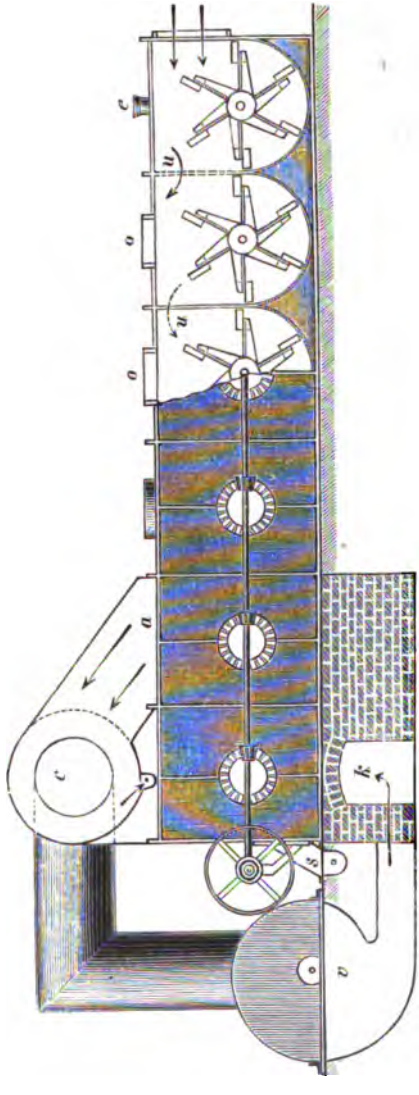


Fig. 85. Schnitzeltrockenapparat von Petry und Hecking. Längsdurchschnitt.

In der letzten Trockenkammer findet daher eine indirekte Einwirkung der Heizgase auf die vorgetrockneten Schnitzel statt, wodurch einerseits die Wärme derselben vollständiger ausgenützt, andererseits die Gefahr des Anbrennens der Trockenschnitzel nach Möglichkeit vermieden wird.

Die einzelnen Kammern sind durch die aus den Abbildungen ersichtlichen Klappen leicht zugänglich.

Die oben genannte Fabrik baut ihre Apparate in zwei Größen, nämlich für eine tägliche Rübenverarbeitung von 2000 bis 2500 metr und von 1000 bis 1250 metr, je nach der Abpressung der nassen Schnitzel.

Seiner kompendiösen Beschaffenheit wegen, die es jeder Fabrik ermöglicht, unter Aufwendung verhältnismäßig geringer Anlagekosten zunächst versuchsweise einen Teil ihrer Schnitzel zu trocknen und dann die Anlage beliebig zu vergrößern, hat dieser Apparat manche Freunde gefunden. Nach Zabel's Jahrbuch arbeiteten in dem Betriebsjahre 1897/98 18 Fabriken mit demselben.

Die Kosten, welche das Trocknen verursacht, sind selbstverständlich um so viel höher, je reicher die zum Trocknen kommenden Schnitzel an Wasser sind. Enthalten dieselben z. B. 90 Proz. Wasser, so müssen 9 kg Wasser verdampft werden, um 1 kg Trockensubstanz zu erhalten; bei einem Wassergehalte von 87,5 Proz. müssen für die gleiche Menge Trockensubstanz 8 kg Wasser und bei einem Wassergehalte von 85 Proz. 6,6 kg Wasser verdampft werden. Gelänge es durch stärkeres Pressen den Wassergehalt des frischen Materiales auf 80 Proz. herabzubringen, so würden nur 4 kg Wasser zu verdampfen sein. Da nun die bislang vorhandenen Pressen kaum über eine Leistung von 88 Proz. hinauskommen, und diese auch häufig nicht erreichen, so liegt es auf der Hand, daß die Trocknungskosten in den einzelnen Fabriken nicht gleich sein können und um so höher ausfallen werden, je wässriger das dem Trockenapparate zugeführte Material ist. Nach den von Maercker und Morgen gemachten Mitteilungen betrugen dementsprechend die Kosten des Trocknens in acht Fabriken zwischen 0,14 Mk. bis zu 0,236 Mk. für je 100 kg nasser Schnitzel, und von 800 bis 1100 kg gepreßten Schnitzeln wurden 100 kg getrocknete erhalten.

Manche Fabriken pressen, um Kohlen zu ersparen, die mit der gewöhnlichen Schnitzelpresse ausgepreßten Schnitzel vor der Einführung

in den Trockenapparat noch einmal durch besonders kräftig wirkende Pressen, meistens Walzenpressen, aus. Ob dies jedoch richtig ist, muß in jedem einzelnen Falle berechnet werden, da beim Pressen stets ein beträchtlicher Substanzverlust stattfindet. Wo die Kohlen billig sind, kann möglicherweise die durch starkes Auspressen der Schnitzel erzielte Ersparnis durch diesen Verlust illusorisch gemacht werden.

Über den Wert der getrockneten Schnitzel sind anfangs gänzlich irrige Mitteilungen gemacht worden, so ist die widersinnige Behauptung, die Tiere würden durch das im Verdauungsapparate erfolgende Quellen der Trockenschnitzel zu Grunde gehen, aufgestellt worden. Diese und ähnliche Mitteilungen sind durch Beobachtungen aus der Praxis vollständig widerlegt, wie am besten aus folgenden Angaben von Maercker und Morgen, welche deren Buche entnommen sind, hervorgeht:

1. Der Büttner-Meyer'sche Trockenapparat hat sich nach den gewonnenen Erfahrungen im großen Durchschnitte, seitdem er in hinreichender Solidität konstruiert wird, bewährt*).

2. Die durchschnittlichen Kosten der Trocknung haben betragen:

0,167 Mark für 100 kg nasser Schnitzel,
1,53 Mark für 100 kg trockner Schnitzel.

3. Da die Trockenkosten in erster Linie von der Menge des zu verdampfenden Wassers abhängen, so ist eine Vervollkommnung der Pressen, um den Wassergehalt der Schnitzel herabzubringen, eine lohnende Aufgabe der Technik.

4. Die Trockenschnitzel werden von den Tieren in den meisten Fällen ohne weiteres von Anfang an gern gefressen. Wo solches nicht der Fall ist, gewöhnen die Tiere sich doch rasch an das neue Futter und nehmen dasselbe nach Verlauf von wenigen Tagen mit großer Gier auf.

5. Die Trockenschnitzel haben sich als ein durchaus gesundes und bekömmliches Futter erwiesen. Die sonst bei der Fütterung mit nassen, gesäuerten Schnitzeln auftretenden Krankheitserscheinungen sind seit der Einführung der Trockenschnitzel vollständig verschwunden.

6. Von Schafen werden die Trockenschnitzel mitunter mit solcher Gier verzehrt, daß sie, sich im Schlunde der Tiere festsetzend und dort aufquellend, Erstickungsgefahren mit sich bringen können. Diesen Übel-

*) Was von diesem Apparate gesagt ist, gilt wohl auch für den Petry und Hecking'schen, wie man aus der Zahl der bisher gemachten Anlagen schließen kann.

stand vermeidet man, wenn man die Trockenschnitzel einige Zeitlang mit mäßigen Wassermengen anfeuchtet und sie damit anquellen läßt. Die dabei anzuwendende Wassermenge braucht die Hälfte des Gewichtes der Schnitzel nicht zu übersteigen. Durch Mahlen auf einer Schrotmühle wird man diesen Übelstand ebenfalls beseitigen können.

7. Ein Anfeuchten ist sonst nicht nötig. Es kann nur wünschenswert sein, um den Tieren anfangs den Übergang zu dem neuen ungewohnten Futter zu erleichtern und um die pulverigen sonstigen Futtermittel besser mit den Schnitzeln mengen zu können.

8. Jeder Zweifel an eine sozusagen unbegrenzte Haltbarkeit der Schnitzel ist ausgeschlossen. Jedenfalls besitzen sie eine größere Haltbarkeit als die Mehrzahl der in der Landwirtschaft verwandten sonstigen Futtermittel.

9. Infolge dieser Beschaffenheit macht die Aufbewahrung der Trockenschnitzel nicht die geringste Schwierigkeit, jeder mit einer trocknen Unterlage versehene Boden ist hierzu geeignet. Mehrfach werden die Trockenschnitzel einfach in einer Scheune auf einer Strohunterlage, mit einer seitlichen Strohlage umgeben, aufbewahrt. Man kann sie in fast beliebig hoher Schicht, 2 bis 3 m hoch und darüber, aufschütten. Ungemahlene Schnitzel halten sich dabei besser als gemahlene.

10. Ein Kubikmeter mäßig zusammengedrückter Trockenschnitzel wiegt 250 kg, es ist daher der zur Aufbewahrung erforderliche Raum verhältnismäßig nicht groß und in jeder Wirtschaft zu beschaffen.

11. Die Trockenschnitzel haben sich bei allen Tierarten sowohl als Futter für Milchvieh, wie bei Masttieren bewährt. Besonders wird auch ihre Brauchbarkeit für Zugtiere gerühmt. Auch für Fohlen und für Schweine, für letztere im angebrüheten Zustande, haben sich die Trockenschnitzel bewährt.

12. Die gebräuchlichen Rationen für die verschiedenen Zwecke der Viehhaltung sind folgende:

	Mittlere Gabe pro Tag und Stück	Große Gabe
Milchkühe	3,0 kg	4,5 kg
Mastochsen und Mastvieh .	5,0 „	7,5 „
Zugochsen	4,0 „	6,0 „
Mastschafe	0,33 „	1,0 „
Junge Rinder	1,0 „	2,0 „

Da bei den größten Gaben bedenkliche Erscheinungen an keiner Stelle aufgetreten sind, so liegt kein Grund vor, dieselben nicht darzureichen, wenn man im Besitze genügender Mengen dieses Futtermittels ist. Es sind sogar bis zu 12 kg Trockenschnitzel auf ein Haupt Großvieh ohne jeglichen Schaden verfüttert worden.

13. Bei hohen Gaben der getrockneten Schnitzeln hat man in der Praxis längst die Beigabe von an Eiweiß armen Kraftfuttermitteln unterlassen. Wie groß der Mehrgewinn an Futter gegenüber der alten Einsäuerung ist, kann man daraus ersehen, daß vielerorts große Mengen von Trockenschnitzeln verkauft werden und man mit dem verbleibenden Reste weiter kommt als früher mit den nassen Schnitzeln.

14. Die wirtschaftlichen Vorteile der Schnitzeltrocknung werden ohne Ausnahme in der Praxis anerkannt und gerühmt. Man beziffert dieselben, abgesehen von den Vorteilen der Fütterung und dem in Geldwerten nicht ausdrückbaren besseren Gesundheitszustande der Tiere, auf ungefähr 32 bis 48 Mark auf jedes Hektar angebauter Rüben.

15. Die Trocknung der Diffusionsrückstände verdient daher die weiteste Verbreitung. Die an Zuckerfabriken beteiligten Landwirte mögen daher nicht zögern, eine baldige Einführung des Trocknungsverfahrens zu veranlassen.

In solchen Wirtschaften, die noch auf die Aufbewahrung der nassen Schnitzel angewiesen sind, sollte man wenigstens dahin streben, die unvermeidlichen Verluste auf das geringste Maß zu beschränken, also vor allem jegliche Drainierung unterlassen und die zur Aufbewahrung dienenden Gruben nicht in lockerem Erdreich errichten, sondern sie aus dauerhaftem Mauerwerke, welches außen mit Wasser nicht durchlassendem Thonschlage umgeben ist, anfertigen. Die austretende Flüssigkeit lasse man von porösen Stoffen aufsaugen, von Kaff, oder, wenn dessen Menge nicht ausreichend ist, von zu Häcksel geschnittenem, hartem Stroh der Leguminosen oder ähnlichem Materiale, welches für sich ohnehin als Futtermittel schwer verwertbar ist, indem man diese Stoffe zwischen die einzumietenden Schnitzel schichtet, das Ganze möglichst fest zusammenstampft und dann eine feste Lage von Erde oder besser Lehm darüber schichtet, um den Luftzutritt, so weit es möglich ist, zu verhindern.

Bei dieser Art der Einmietung werden die gasförmigen Gährungsprodukte nach wie vor sich bilden, ja es werden auch die zugesetzten,

auffaugenden Stoffe in die Gährung hineingezogen werden, aber man rettet den flüssigen, sonst in den Boden versinkenden Anteil und verwandelt die harten, geringwertigen Stroharten in wohlschmeckendes und gedeihliches Futter.

11. Zusammensetzung der Diffusionsrückstände.

Die Zusammensetzung der Diffusionsrückstände kann keine gleichmäßige sein. Sie wird beeinflußt von der Beschaffenheit der Rüben, insofern diese in einem Jahre mehr oder weniger holzig, mehr oder weniger reich an Eiweißstoffen ꝛc. sind, als im anderen; ferner von der in der Fabrik angewandten Arbeitsweise, je nachdem die Schnitzel feiner oder gröber gemacht werden, je nachdem wärmer oder kälter gearbeitet wird; endlich von der Art der Pressung, indem mehr oder weniger Wasser abgepreßt wird. Ein annähernd zutreffendes Bild von der Zusammensetzung werden aber die folgenden von Maercker ermittelten Zahlen geben.

Hundert Teile frische Diffusionsrückstände enthalten:

	Maximum	Minimum	Durchschnitt
Eiweißstoffe	1,26	0,63	0,89
Rohfaser	3,25	1,73	2,39
Fett	0,07	0,03	0,05
Stickstofffreie sonstige Stoffe	8,94	4,27	6,32
Asche	0,70	0,31	0,58
Wasser	93,01	85,59	89,77
Gesäuerte Diffusionsrückstände:			
Eiweißstoffe	1,92	0,59	1,07
Rohfaser	4,29	1,73	2,80
Fett	0,30	0,03	0,11
Stickstofffreie sonstige Stoffe	8,65	3,86	6,41
Asche	1,96	0,39	1,09
Wasser	90,97	84,26	88,52

Für die Trockenschnitzel geben Maercker und Morgen folgende Zahlen:

	Maximum	Minimum	Durchschnitt
Eiweißstoffe	7,25	6,06	6,54
Rohfaser	20,17	17,77	18,57
Sonstige stickstofffreie Stoffe Fett	60,54	52,09	56,29

	Maximum	Minimum	Durchschnitt
Asche	7,40	4,90	6,02
Wasser	15,76	9,17	12,58

Das Verhältnis der die Schnitzel bildenden Nährstoffe wird übersichtlicher, wenn man die Zusammensetzung der organischen Substanz derselben, nach Abzug des Wassers und der vielen zufälligen Schwankungen unterliegenden Asche, die durch beigemengte Erde und bei den Trockenschnitzeln durch Flugasche der Feuerungen oft beträchtliche Steigerungen erfährt, vergleicht. Man kommt dann zu folgenden Durchschnittswerten:

	Frische	Gesäuerte Diffusionsrückstände	Getrocknete
Eiweißstoffe	9,26	10,30	8,03
Rohfaser	24,87	27,03	22,81
Fett	0,58	1,04	69,15
Sonstige stickstofffreie Stoffe	65,29	61,63	

Vergleicht man die Zahlen der letzten Reihe miteinander, so müßte man die Folgerung machen, daß die organische Trockensubstanz der frischen Schnitzel sehr viel reicher an Eiweiß sei, als die der Trockenschnitzel und man könnte daher zu der Folgerung kommen, daß beim Trocknen ein Eiweißverlust stattfinde. Eine solche Folgerung würde auf Grund dieser Zahlen berechtigt und trotzdem durchaus unrichtig sein, denn ein solcher Verlust an Eiweiß findet nicht statt*). Die Verschiedenheit in der Zusammensetzung erklärt sich daraus, daß die Durchschnittswerte für die frischen Schnitzel aus ganz anderem Materiale gewonnen sind, als die der Trockenschnitzel. Wollte man streng vergleichbare Zahlen haben, so hätten die gleichen Schnitzel einmal im Laboratorium und einmal im Apparate getrocknet werden müssen, was aber nicht geschehen ist. Beide Zahlenreihen sind daher nicht streng mit einander vergleichbar. Dasselbe, was für diese Reihen gesagt ist,

*) Obgleich Verfasser dieselben nicht ganz teilt, hat er hier doch die Anschauungen Stohmanns, welche derselbe in der letzten Auflage dieses Werkes niedergelegt hat, wörtlich wiedergegeben, weil genauere Untersuchungen über diese Frage noch fehlen. Eiweiß-Verluste können nach des Verfassers Ansicht entstehen 1. bei zu starkem Pressen der Schnitzel, weil ja das ablaufende Wasser eine verdünnte Eiweißlösung ist, 2. beim Trocknen selbst, weil sich bei der verhältnismäßig hohen Temperatur die Eiweißstoffe, besonders wenn die Schnitzel mit Kalk behandelt worden sind, leicht zu Amidoverbindungen zersetzen können.

gilt auch für die Zusammensetzung der gesäuerten Rückstände. Ob dieselben in Wirklichkeit reicher an Eiweiß sind als die frischen Schnitzel, kann stark bezweifelt werden.

Die Trockenschnitzel kommen nach ihrer chemischen Zusammensetzung einem guten Wiesenheu ziemlich gleich. Von diesem unterscheiden sie sich aber durch leichtere Verdaulichkeit ihrer sämtlichen Bestandteile, so daß sie sich ihrem Werte nach den Futtermehlen am meisten nähern.

In den gesäuerten Schnitzeln soll, nach Maercker und Morgen, etwa ein Drittel der stickstofffreien Stoffe aus organischen Säuren, welche durch die Gährung gebildet sind, bestehen. Hiernach würden dieselben im frischen Zustande durchschnittlich reichlich 2 Proz. Säure, größtenteils Milchsäure, enthalten. Daß diese Säuren in der Verdünnung, wie sie in den gesäuerten Schnitzeln enthalten sind, einen schädlichen Einfluß auf die Gesundheit der Tiere ausüben, ist wenig wahrscheinlich, da sie zu viele Jahre lang verfüttert worden sind, ohne einen solchen Übelstand zu zeigen. Besser ist es aber jedenfalls, durch das Trocknen die Bildung der Säuren zu verhüten, da ihre Entstehung regelmäßig mit Materialverlusten verbunden ist. Dagegen ist nicht zu verkennen, daß der reiche Gehalt an Säuren die Beschaffenheit mancher tierischer Produkte ungünstig beeinflußt, namentlich die der Butter. Bei der Verfütterung nasser, gegohrener Schnitzel ist auf Gewinnung einer feinen Tafelbutter kaum zu rechnen, während ein Futter unter Beigabe getrockneter Schnitzel Butter von vorzüglichster Beschaffenheit liefert.

Dritter Abſchnitt.

Die Reinigung des Saftes.

Erſtes Kapitel.

Die Kalkſcheidung und Saturation.

1. Weſen der Kalkſcheidung und Saturation.

Der rohe Saft, nach welcher Methode derſelbe auch gewonnen ſein möge, enthält, wie wir wiſſen, außer dem Zucker noch eine Menge anderer Stoffe, die ſogen. Nichtzuckerſtoffe (ſ. S. 54), welche die Kryſtalliſation des Zuckers erſchweren oder ganz verhindern. Die Kunſt des Fabrikanten muß alſo darin beſtehen, dieſe Körper, ſo viel als irgend möglich aus dem Safte zu entfernen. Das wichtigſte Mittel hierzu bietet ihm die Scheidung, bei welcher ein großer Teil der Nichtzuckerſtoffe in Verbindung mit Kalk unlöslich abgeſchieden wird. Es iſt vielfach verſucht worden, auch noch andere Stoffe (Magneſia, Thonerde u. ſ. w.) zur Scheidung zu benutzen; manche derſelben aber haben ihren Weg in die Fabrikpraxis nur gefunden, um meiſt bald, nachdem ihre Anwendung nicht unerhebliche Unkoſten gemacht und Störungen im vorher gut geregelten Betriebe hervorgebracht hat, wieder verlaſſen zu werden. Da vorliegendes Werk nicht beanſprucht, einen geſchichtlichen Bericht über die allmähliche Entwickelung der Zuckerfabrikation zu geben, ſo können alle dieſe hier unberückſichtigt bleiben. Nach vieljähriger Erfahrung hat ſich herausgeſtellt, daß von allen angeprieſenen Mitteln ſich keines auch nur entfernt ſo gut bewährt hat wie der Kalk, zu dem man immer wieder zurückgekommen

ist, da er besser als irgend ein anderer Körper auf die Bestandteile des Saftes wirkt und überall in jeder Menge zu billigem Preise zu erhalten ist.

In der Art und Weise, wie der Kalk verwandt wird, kommen in den einzelnen Fabriken und bei den verschiedenen Arbeitsmethoden die größten Verschiedenheiten vor, die sich aber in allen Fällen darauf zurückführen lassen, daß man dem Safte, meist in heißem Zustande, Kalk zufügt, den Überschuß des Kalkes zum größten Teile, jedoch nicht ganz vollständig, durch Kohlensäure ausfällt, und die alkalisch bleibende Flüssigkeit eine gewisse Zeit im Sieden erhält. Die Abweichungen der einzelnen Methoden werden unten besprochen werden, die bei ihnen verlaufenden chemischen Vorgänge sind im wesentlichen gleich und lassen sich in folgendem zusammenfassen:

Schon die bloße Erwärmung bringt eine Veränderung des Saftes hervor. Sobald die Wärme eine Temperatur von 65° C. übersteigt, beginnen die im Safte gelösten Eiweißstoffe zu gerinnen und scheiden sich, in dem Maße wie die Temperatur höher steigt, soweit sie gerinnbar sind, in Form von feinen, im Safte verteilten Flocken ab, die allmählich zusammengehen und bei beginnendem Sieden an der Oberfläche der Flüssigkeit eine Schaumdecke bilden, wenn man den Saft vor dem Zusatze des Kalkes aufkocht, was jedoch gegenwärtig nicht mehr geschieht.

Die Menge der durch Erwärmen ausscheidbaren Eiweißstoffe ist eine wechselnde, je nach der Art der Saftgewinnung. Je mehr die Zellen der Rübe zerrissen sind, und bei je niederer Temperatur die Saftgewinnung erfolgt, um so reicher muß der Saft an Eiweiß sein. Steigert man in der Diffusionsbatterie die Wärme des Saftes von Gefäß zu Gefäß und zieht man den Saft mit einer Wärme von 80° C. ab, wie es bei der heißen Arbeit geschieht, so sollte das überhaupt gerinnbare Eiweiß bereits geronnen sein und entweder in den Zellen liegen bleiben oder durch die filtrierende Wirkung der Schnitzelmassen aus dem Safte abgeschieden werden. In Wirklichkeit geschieht dies jedoch nicht, es geht vielmehr stets ein Teil des gerinnbaren Eiweißes in den Saft über und scheidet sich erst bei der später vorzunehmenden Erhitzung desselben ab.

Zu bemerken ist dabei, daß niemals sämtliche im Safte vorhandenen Eiweißstoffe durch Erhitzen zum Gerinnen zu bringen sind.

Da diese löslich gebliebenen Eiweißstoffe auch mit Kalk keine unlöslichen Verbindungen bilden, so werden sie bei der Scheidung nicht entfernt, sie verbleiben im Safte und werden durch die lang fortgesetzte Einwirkung des Kalkes in einfachere Verbindungen zersetzt. Diese Art der Wirkung des Kalkes giebt sich dadurch zu erkennen, daß während der ganzen Dauer der Erhitzung des Saftes, nicht allein während der Scheidung, sondern auch bei dem späteren Verdampfen und Verkochen, eine ununterbrochene Entwickelung von Ammoniak stattfindet.

An dieser Ammoniakentwickelung sind aber außer den Eiweißstoffen noch andere Substanzen beteiligt. Das im Safte enthaltene Asparagin und das Glutamin verwandelt sich beim Kochen mit alkalischen Flüssigkeiten, unter Bildung von Ammoniak, in Asparaginsäure und Glutaminsäure, die in Verbindung mit Alkalien, als Salze, im Safte verbleiben.

Die Zersetzung derjenigen Nichtzuckerstoffe, welche durch Kalk nicht aus dem Rohsafte ausgefällt werden, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Scheidung. Wir werden auf diesen Punkt später noch ein Mal zurückkommen.

Beim Versetzen des auf eine bestimmte Temperatur erhitzten Rohsaftes mit Kalk entsteht zunächst, vorausgesetzt, daß Kalk und Zucker im richtigen Verhältnisse angewandt werden, ausschließlich löslicher Zuckerkalk oder Monocalcium-Saccharat. Dieses bildet sich auch, wenn sogenannter dreibasischer oder unlöslicher Zuckerkalk, (Tricalcium-Saccharat, s. S. 70), in den Saft eingetragen wird, wobei der Zucker des Saftes sich mit dem Kalke verbindet, welcher in dem Tricalcium-Saccharate sich findet. Da das Tricalcium-Saccharat in großem Maßstabe bei der Entzuckerung der Melasse gewonnen wird, so benutzt man dasselbe bei der Scheidung und ersetzt häufig die Gesamtmenge des zu verwendenden Kalkes durch dieses Material. Hierbei ist allerdings der Umstand zu berücksichtigen, daß der Zuckerkalk der Melassenarbeit nie aus chemisch reinem Tricalcium-Saccharat besteht, sondern immer gewisse Mengen von Nichtzucker enthält, die ihm bei den bislang üblichen Arbeitsweisen nicht zu entziehen sind. Dieser Nichtzucker geht bei der Scheidung mit Zuckerkalk in den Saft über. Da aber die Reinheitsquotienten des Zuckerkalkes meist, d. h. bei guten Methoden, höher als die des Rübensaftes sind, so wird durch

diese Verunreinigungen selten ein nennenswerter Schaden verursacht. Es ist aber von größtem Vorteile für die Fabrikation, im Zuckerkalke möglichst wenig Nichtzuckerstoffe dem Safte zuzuführen, weswegen auf die Reinherstellung desselben die höchste Sorgfalt verwendet werden muß.

Die Lösung des Zuckerkalkes hat die Eigenschaft, sich mit anderen Körpern, wie freien Säuren oder sauren Salzen, oder endlich mit solchen, die mit Kalk unlösliche Verbindungen eingehen, mit größter Leichtigkeit zu zersetzen, wobei dann entweder der Zucker in freiem Zustande abgeschieden wird, oder seinerseits ebenfalls mit anderen Körpern neue Verbindungen bildet.

Diese Wirkung tritt sofort ein, sobald der Kalk in den Saft kommt, und zwar so rasch, daß man die Lösung des Kalkes, die Entstehung des Zuckerkalkes, gar nicht wahrnimmt. Im selben Augenblicke, wo der Kalk gelöst ist, ist der Zuckerkalk zum Teil auch schon zersetzt. Ein Teil des Zuckerkalkes bleibt, wenn eine genügende Menge Kalk zugefügt ist, immer unzersetzt, der vorher schwach sauer reagierende Saft wird stark und deutlich alkalisch, färbt ein hineingetauchtes rotes Lackmuspapier blau.

Der unveränderte Saft enthält stets saure Salze. Diese werden durch den Zuckerkalk, unter Abscheidung von Zucker, in neutrale Salze verwandelt. Weiter werden die Basen dieser Salze abgeschieden und gehen dann Verbindungen mit dem Zucker ein. Saures oxalsaures Kalium, welches im Safte vorkommt, zersetzt sich mit dem Zuckerkalk z. B. derartig, daß neutraler oxalsaurer Kalk und Kalium-Saccharat entstehen. Viele der so entstandenen Kalksalze sind in Wasser und in Zuckerlösungen unlöslich und werden daher als Schlamm gefällt. Manche Kalksalze verhalten sich gegen Zuckerlösungen anders als gegen Wasser. So ist z. B. der oxalsaure Kalk nach gewöhnlichen Begriffen in Wasser völlig unlöslich, in Zuckerlösungen ist er sehr schwer, in kalkhaltigen Zuckerlösungen aber verhältnismäßig leicht löslich, um so leichter, je verdünnter dieselben sind und je höher ihr Kalkgehalt ist. Ein Teil desselben bleibt daher bei der Scheidung im Safte gelöst, um später erst fortgeschafft zu werden.

In einzelnen, sehr seltenen Fällen, und auch wohl nur dann, wenn die Rüben durch Fäulnis und ähnliche Vorgänge Veränderungen erlitten haben, fehlen die sauren Salze, es reagiert der Saft dann neutral, ja es sollen angeblich Rüben vorkommen, deren Saft selbst im unver-

änderten Zustande alkalisch ist. Diese Säfte lassen sich immer schlecht scheiden und liefern, namentlich in den späteren Stadien der Fabrikation, ungünstige Resultate, denen man abhelfen kann, indem man die dem Safte fehlenden sauren Salze künstlich durch Zusatz von Säure erzeugt. Zu dem Behufe fügt man, wenn der Saft wirklich neutral oder gar alkalisch ist, dem Safte vor dem Zugeben des Kalkes so viel Phosphorsäure zu, bis eine gerade wahrnehmbare saure Reaktion eintritt, wobei zu gleicher Zeit verschiedene, in dem nun sauren Safte nicht mehr lösliche Substanzen abgeschieden werden. Diese Korrektion der Beschaffenheit des Saftes hat sich im praktischen Betriebe vielfach bewährt, so daß man angeraten hat, immer bei der Scheidung Phosphorsäure anzuwenden. Ob dies jedoch angezeigt ist, mag dahingestellt bleiben, da nicht ersichtlich ist, welchen Zweck die Phosphorsäure, bei normaler Beschaffenheit des Saftes, erfüllen könnte. Bei der Verarbeitung von solchen Rüben, die neutrale oder alkalische Säfte liefern, dürfte es sich dagegen empfehlen, nach Scheiblers Vorschlag, schon bei der Saftgewinnung einen Zusatz von Phosphorsäure zu machen.

Verfasser kann in dieser Beziehung nicht aus Erfahrung sprechen; ihm sind in der Praxis vielfach schlechte Rüben vorgekommen, er hat jedoch niemals Gelegenheit gehabt, Säfte von der soeben beschriebenen Beschaffenheit kennen zu lernen und hält ihr Vorkommen, unverdorbene Rüben vorausgesetzt, überhaupt aus Gründen der Physiologie für unmöglich.

Über die weitere Beschaffenheit der durch die Scheidung aus dem Safte abgeschiedenen Substanzen ist wenig zu sagen, da bislang eine irgendwie eingehendere chemische Untersuchung des Scheideschlammes fehlt. Es werden im Fabrikbetriebe täglich Tausende von Zentnern Scheideschlamm produziert, es werden alljährlich sogenannte verbesserte Methoden der Scheidung empfohlen und eingeführt, wir sehen den Erfolg der Scheidung vor Augen, wir sind ziemlich genau über die Menge des dadurch entfernbaren Nichtzuckers unterrichtet, aber es fehlt uns noch jegliche genauere Kenntnis über das eigentliche Wesen des Vorganges. Hierüber weiteres Licht zu verbreiten, wäre eine lohnende Aufgabe für das Vereinslaboratorium.

In den Kalkschlamm geht auch der Farbstoff über, welcher im Safte bei Luftzutritt entsteht und die Veranlassung zur dunklen Färbung desselben ist. Der ursprünglich, d. h. in den Zellen, farblose Rüben-

saft wird an der Luft rasch schwärzlich, nach der Scheidung ist er aber schwach gelb gefärbt. Es ist S. 59 erwähnt, daß der unveränderte Saft der Rübe einen Körper, Chromogen oder, nach Reinke, Rhodogen, enthalte, welcher in Berührung mit der Luft in einen Farbstoff übergeht. Dieses Chromogen fällt mit Kalk nicht aus, ist auch durch Behandlung mit Knochenkohle nicht zu entfernen, nur der aus Chromogen entstehende dunkle Farbstoff wird durch den Kalk abgeschieden. Möglicherweise wird durch nachträgliche Oxydation oder Zersetzung des zurückgebliebenen Chromogens die dunkle Färbung der Füllmasse und der letzten Produkte erzeugt, doch ist dies von geringem Belange, da die Füllmasse durch geeignete Behandlung leicht von den färbenden Stoffen befreit werden kann, wie später gezeigt werden wird.

Vergleicht man den geschiedenen Saft mit dem rohen, so fällt die veränderte Beschaffenheit desselben sofort ins Auge. Der nicht geschiedene Saft ist nicht allein stark gefärbt, sondern auch verhältnismäßig dickflüssig, wenn derselbe ohne Wasserzusatz erhalten wurde, fast schleimig, so daß er in diesem Zustande sich kaum durch Papier filtrieren läßt. Infolge dieser dickflüssigen Beschaffenheit setzen sich darin schwebende feine Körper äußerst schwer zu Boden; der rohe Saft ist in einigermaßen dicker Schicht immer undurchsichtig.

Ganz anders der Scheidesaft. Dieser erscheint hell und blank, wenn auch gelblich gefärbt, so doch vollständig durchsichtig, von der schleimigen Substanz ist nichts mehr vorhanden, er fließt mit größter Leichtigkeit durch Filtrierpapier, alle im Safte verteilten unlöslichen Substanzen sind samt dem Schleime, welcher sie schwebend erhielt, in den Schlamm übergegangen.

Während der Dauer der Scheidung nimmt man fortwährend einen eigentümlichen stechenden Geruch wahr. Das diesen verursachende Ammoniak stammt zum größten Teile von der schon erwähnten Zersetzung der Eiweißstoffe, das Asparagins und des Glutamins her. Die aus diesen Quellen stammende Menge von Ammoniak ist recht erheblich. Man läßt sie bis jetzt unbenutzt in die Luft entweichen, obgleich ihre Gewinnung nicht unmöglich wäre. Es hat an Vorschlägen zur Nutzbarmachung des Ammoniaks nicht gefehlt, doch ist diese bis jetzt im großen nirgends ausgeführt. Wahrscheinlich wohl, weil die Kondensation des Ammoniaks Schwierigkeiten herbeiführt, die noch nicht haben überwunden werden können. Immerhin mag darauf hingewiesen sein,

daß nach Untersuchungen von Reiset ein Liter Rübensaft 0,441 bis 0,775, im Durchschnitte 0,634 g Ammoniak liefert. Es würden demnach von 100000 metr Rüben in runder Zahl 22 000 kg schwefelsaures Ammonium, im Werte von 3740 M. nach heutigem Marktpreise, als Nebenprodukt zu gewinnen sein, oder man könnte damit reichlich die Hälfte des in den käuflichen Düngstoffen der Wirtschaft zuzuführenden Stickstoffs decken.

Ferner werden in der Scheidung noch manche anorganische Bestandteile des Rübensaftes entfernt, so Magnesia und Eisenoxyd, welche entweder als Oxydhydrate, oder als unlösliche Salze in den Schlamm übergehen, ebenso Phosphorsäure, welche unlöslichen phosphorsauren Kalk bildet.

Wir sehen daher, wie durch die Wirkung des Kalkes die verschiedensten Stoffe: Eiweiß, Farbstoff, Schleim, Salze, Säuren, Asparagin, Glutamin aus dem Safte entweder ganz oder zum Teile entfernt, oder doch in Körper umgewandelt werden, die weniger schädlich wirken.

Es würde den Rahmen dieses Buches weit überschreiten, wollten wir noch tiefer auf die Theorie der Scheidung eingehen. Wer sich eingehender mit dieser Frage zu beschäftigen wünscht, den verweisen wir auf den fünften Abschnitt von des Verfassers „Nichtzuckerstoffen."*)

Auf dem dunklen Gebiete der Scheidung war es als ein großer Fortschritt zu betrachten, als Scheibler die in Früherem bereits besprochene Rolle der für so harmlos gehaltenen Marksubstanz (Faser) aufklärte. Diese macht ihren nachteiligen Einfluß an dieser Stelle, bei der Scheidung, geltend, indem der Kalk die in der Faser enthaltene unlösliche Form der Arabinsäure in löslichen, nicht kryställisierbaren, schleimigen, nicht entfernbaren arabinsauren Kalk verwandelt. Die allgemeine Einführung der Entfaserungsapparate bei den alten Breiverarbeitungsmethoden war die Folge dieser Entdeckung. Wenn auch durch die Entfaserer der bei weitem größte Teil der Fasern weggenommen wird, so geht doch immer eine gewisse Menge davon in den Saft über und vereitelt dadurch in gewissem Maße den Erfolg der Scheidung.

*) Rümpler, Nichtzuckerstoffe der Rüben, Braunschweig, 1898.

Wenn unsere Schnitzelmaschinen so vollkommen arbeiteten, wie man beim bloßen Betrachten derselben annehmen sollte, wenn sie nur Schnitzel lieferten, so könnte beim Diffusionsverfahren nichts von der Markfubstanz in den Saft übergehen. Leider verhält es sich in Wirklichkeit anders. Selbst die besten Schnitzelmaschinen zerreißen einen gewissen Anteil der Rübe zu feinen Fasern, die durch den starken Flüssigkeitsstrom in der Batterie von den Schnitzeln losgespült werden und in den Saft übergehen. Auch Bruchstücke von Schnitzeln, Häcksel, gehen durch die Löcher des Siebbodens des Diffuseurs und werden durch den Saftstrom mitgenommen, da man diese Löcher nicht zu klein machen darf, will man nicht den Druck in der Batterie vermindern. Alle diese festen Teile werden zweckmäßiger Weise aus dem Safte entfernt, ehe derselbe einen Zusatz von Kalk erhält, um der Bildung von arabinsaurem Kalk vorzubeugen.

Der Saft verhält sich bei der Scheidung verschieden, je nach der Menge des zugesetzten Kalkes. Giebt man ganz wenig Kalk zu, so wird der Saft ungenügend entfärbt, er zeigt dann ein rotes Ansehen und diese Farbe kann ihm nicht genommen werden. Der entstandene Niederschlag bleibt in fein verteilter Form im Safte schwebend und ist schwer vom Safte zu trennen. Giebt man eine solche Menge von Kalk zu, wie erforderlich ist, um alles Ausfällbare gerade zu fällen und einen geringen Überschuß von Zuckerkalk zu lassen, und unterbricht man die Erhitzung des Saftes im selben Augenblicke, wo der Saft am Rande der Pfanne einmal aufwallt, so geht der ganze Niederschlag zu einer dichten Schlammmasse zusammen, die sich scharf von dem geschiedenen Safte sondert, in demselben aber nicht zu Boden sinkt, sondern sich als Decke auf dem Spiegel der Flüssigkeit ablagert. Man bezeichnet diese Art der Arbeit als die Scheidung nach oben. Wendet man endlich noch größere Mengen von Kalk an und setzt man die Erhitzung bis zum vollen Kochen fort, so geht der Schlamm nicht nach oben, sondern setzt sich beim ruhigen Stehen der Flüssigkeit am Boden des Gefäßes ab, Scheidung nach unten.

Sowohl bei der Scheidung nach oben, wie nach unten, lassen sich vortrefflich gereinigte Säfte erzielen. Man verwendet gegenwärtig ausschließlich das letztere Verfahren, aus Gründen, welche später erörtert werden sollen.

Bei beiden Arbeitsmethoden verbleibt ein geringerer oder größerer Überschuß von Zuckerkalk im Safte. Bringt man solchen Saft mit

Knochenkohle zusammen, so wird der Zuckerkalk zersetzt, der Kalk wird von der Kohle absorbiert und kann so aus dem Safte entfernt werden. Diese Abscheidung des Kalkes erfordert jedoch einen großen Aufwand an Knochenkohle, da der absorbierte Kalk sich auf derselben niederschlägt und sie rasch unwirksam macht. Um der Kohle diese Arbeit zu ersparen und ihre Wirkung für die sonstigen, auf andere Weise nicht zu entfernenden Stoffe länger zu erhalten, wird, nach Schatten's Vorgang, der überschüssige Zuckerkalk ganz allgemein durch chemische Fällung des Kalkes zerlegt, und zwar durch Behandlung mit Kohlensäure bei Siedehitze. Diese Operation wird neuerdings noch durch Einleitung von schwefliger Säure unterstützt und vervollkommnet.

Durch die Einwirkung von Kohlensäure, oder den Prozeß der Saturation, wird der Zuckerkalk derartig zerlegt, daß, in Wasser und in Zuckerlösungen unlöslicher, kohlensaurer Kalk gebildet wird, während der mit dem Kalke vorher verbundene Zucker in der Flüssigkeit gelöst bleibt. Die alkalische Reaktion der Flüssigkeit wird verringert in dem Maße, wie der Kalk gefällt wird.

Eine Folge der Zersetzung des Zuckerkalkes und der verringerten alkalischen Reaktion der Flüssigkeit ist die Abscheidung einer Reihe von weiteren Substanzen, die nur in stark alkalischen Flüssigkeiten löslich sind, die aber bei verringerter Alkalität unlöslich werden.

Hierher gehörten, wie wir oben schon gesehen haben, oxalsaurer Kalk und wahrscheinlich noch einige andere Kalksalze. Auch Pentosane, Körper, die zur Arabinsäure in Beziehung stehen, sind in den durch Saturation der mit Kalk geschiedenen Säfte erhaltenen Schlämmen nachgewiesen worden.

Die durch den Kalk aus dem Safte abgeschiedenen Verbindungen sind meist von großer Beständigkeit. Einzelne derselben werden aber durch Kohlensäure zersetzt. Behandelt man daher einen Saft, in welchem noch Kalkschlamm enthalten ist, mit Kohlensäure, so kann der Erfolg der Scheidung unter Umständen dadurch beeinträchtigt werden. Dies geschieht jedoch nur dann, wenn man den vorhandenen Zuckerkalk bis auf die letzte Spur zersetzt, da jene Körper, wenn sie durch Kohlensäure in Lösung gebracht werden, durch den noch vorhandenen Zuckerkalk augenblicklich wieder gefällt werden würden. Zweckmäßig ist es daher immer, entweder die Saturation im geklärten Safte vorzunehmen, oder eine Beseitigung des Schlammes

zu bewirken, ehe die Saturation ganz beendet ist und die letzten Reste von Kalk in einer zweiten oder auch dritten Saturation auszufällen. Die sogen. Rückscheidung, welche man daran erkennt, daß der helle Saft wieder dunkel wird, muß unter allen Umständen vermieden werden.

Was die Menge des bei der Scheidung zu verwendenden Kalkes betrifft, so lassen sich gut gereinigte Säfte erhalten, wenn auch nur geringe Mengen von Kalk, weniger als ein Prozent des Rübengewichtes, dem Safte zugesetzt werden, wie es früher, bei der Scheidung nach oben, allgemein geschah. Die dabei erhaltenen Schlammmassen haben aber eine den Betrieb in höchstem Maße erschwerende, üble Eigenschaft. Sie sind gallertartig, schmierig und lassen sich nicht filtrieren, sondern verstopfen die Poren der Filtertücher. Giebt man größere Mengen von Kalk zu dem Safte, so erhält man nach erfolgter Saturation einen Schlamm, der sich ganz anders verhält, der jene schmierige Beschaffenheit nicht mehr besitzt, sondern sich gut filtrieren läßt. Dieses ist darauf zurückzuführen, daß der kohlensaure Kalk in der heißen Flüssigkeit kryställinische Form annimmt, der auch dem Schlamme eine mehr sandige Beschaffenheit erteilt und daß diese, allerdings nur mittels des Mikroskops erkennbaren, kryställinischen Ausscheidungen im Augenblicke ihres Entstehens die gallertartigen Bestandteile des Schlammes so umhüllen, daß sie mit ihnen verwachsen und dann sich von dem Safte trennen lassen. Aus diesem Grunde verwendet man gegenwärtig weit mehr Kalk, als zu der bloßen Reinigung des Saftes unbedingt nötig sein würde. Hierauf wird später noch zurückzukommen sein.

Die Ausführung der Scheidung erfolgt auf sehr verschiedene Weise, wie in unten folgenden Beispielen gezeigt werden wird. Je vollkommener dieselbe ausgeführt wird, um so viel besser ist dies für die spätere Verarbeitung des Saftes, die dann entsprechend leichter erfolgt und mit einfacheren Hilfsmitteln zu Ende geführt werden kann.

2. Der Faser- oder Pülpefänger.

Es ist bereits oben S. 227 hervorgehoben, daß in dem Safte stets mehr oder weniger Fasern der Markfubstanz verteilt sind, deren Entfernung aus angegebenen Gründen erwünscht ist. Um dieses zu

erreichen, läßt man den von der Batterie kommenden Saft zunächſt durch einen Faſerfänger gehen. Ein ſolcher von beſtens bewährter

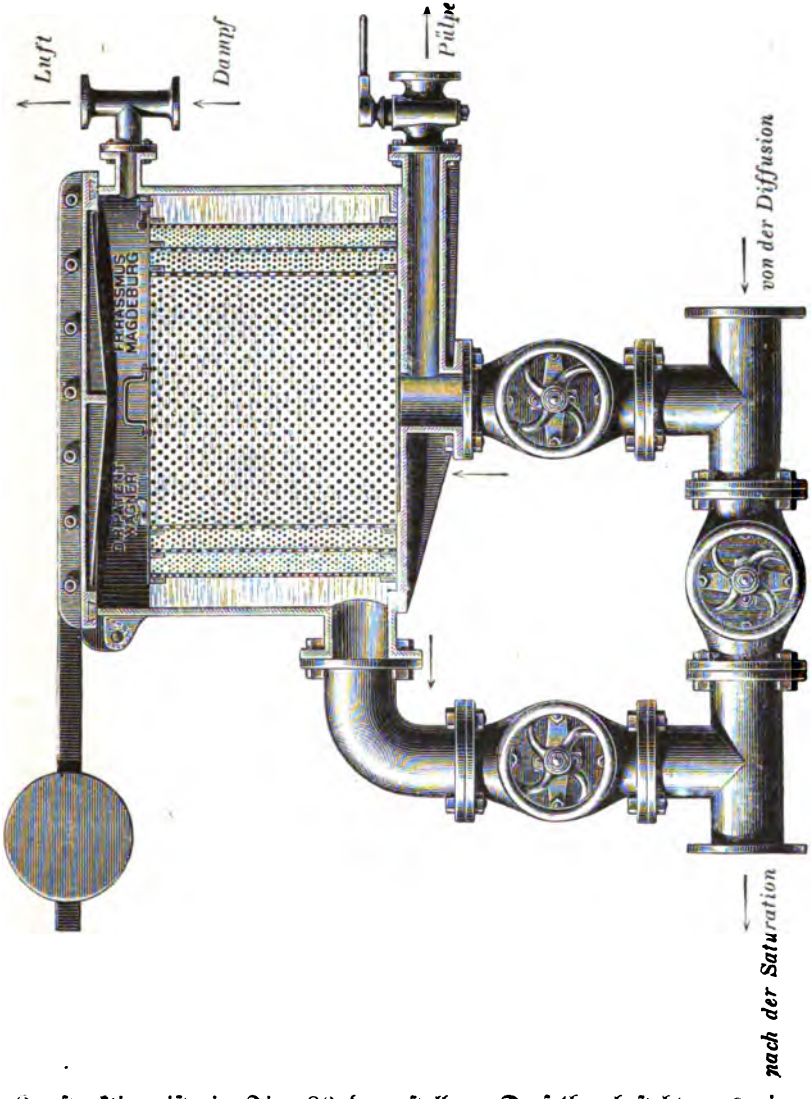


Fig. 86. Faſer- oder Pülpefänger.

Konſtruktion iſt in Fig. 86 dargeſtellt. Derſelbe beſteht aus einem oben durch einen Klappdeckel dicht verſchließbaren Gehäuſe, in welches drei cylindriſche Siebe eingeſetzt ſind, von denen das innerſte eine

gröbere, das zweite eine feinere, das äußerste die feinste Bohrung hat. Der Saft tritt am Boden des Gefäßes, in der Mitte ein, verdrängt die darin befindliche Luft durch einen oberen Rohrstutzen, welcher mittels eines Dreiweghahnes einmal mit der äußeren Luft und außerdem mit einer Dampfleitung in Verbindung steht. Der Saft läßt zunächst die gröbsten Fasern an der Innenfläche des innersten Siebes zurück, setzt den Rest derselben an den beiden folgenden ab und fließt, genügend geklärt, durch einen seitlichen Stutzen ab. Die Bewegung des Saftes erfolgt dabei durch den in der Batterie vorhandenen Druck. Nach kürzerer oder längerer Zeit sammeln sich an den Siebflächen so viel Fasern an, daß das Filtrationsvermögen des Apparates dadurch geschwächt wird, was man an dem langsamer werdenden Abflusse erkennt. Sobald dies erfolgt, wird das unter dem Apparate befindliche Ventil geschlossen und von oben Dampf zugelassen, um den von den Fasern ausgesogenen Saft auszupressen. Ist dies erfolgt, so wird das Saftaustrittsventil ebenfalls geschlossen und es werden die entsafteten Fasern mit Wasser durch das in der Zeichnung rechts unten dargestellte Rohr abgelassen, worauf die Siebe aus dem Apparate gehoben und gründlich gereinigt werden. Um durch diese Arbeit nicht im Betriebe aufgehalten zu werden, stellt man am besten zwei derartige Apparate auf, sodaß einer derselben sich stets im betriebsfertigen Zustande befindet.

3. Der Vorwärmer.

Zur Beschleunigung der Arbeit bringt man den Saft, ehe er in die zur Scheidung dienenden Apparate fließt, auf eine möglichst hohe Temperatur, um das Anwärmen im Scheideapparate zu verkürzen. Das Anwärmen ist namentlich von Bedeutung, wenn mehr oder weniger kalte Säfte zur Scheidung kommen; sie ist aber auch bei schon warmen Diffusionssäften von Vorteil, weil, wie wir nachher sehen werden, der in den Vorwärmern zur Verwendung gelangende Dampf billiger ist, als der in den Scheidepfannen gebräuchliche direkte Kesseldampf, außerdem aber beim Einleiten von Dampf in Saft ersterer zu Wasser verdichtet, letzterer also verdünnt wird; da dieses Verdünnungswasser später wieder verdampft werden muß, kostet es Kohlen. Der Vorwärmer ist im wesentlichen den Kalorisatoren der Diffusionsbatterie gleich und

unterscheidet sich von diesen nur durch seine Größe und eine bedeutend vergrößerte Heizfläche. Er kann zugleich als Meß- und Kontrollapparat eingerichtet sein (vergl. S. 185).

Die Heizung des Vorwärmers wird nur ausnahmsweise mit direktem Dampfe, oder mit dem Dampfe, welcher bereits zum Betriebe der Maschine gedient hat, dem sogenannten Retourdampf, sondern fast immer mit dem von der Konzentration des Saftes im Verdampfapparate herrührenden Dampfe erfolgen. Man hat es dabei meist mit einer Wärmequelle zu thun, die ohne jegliche Kosten zur Verfügung steht, und mit Wärme, die für den übrigen Fabrikbetrieb nicht allein nicht mehr verwendbar ist, sondern beseitigt werden muß; für die Beseitigung dieser Wärme legt man besondere Apparate an, die Kondensatoren. Diesen Kondensatoren nimmt daher der Vorwärmer einen großen Teil ihrer Arbeit ab und gestattet es, die sonst verloren gehende Wärme zu verwerten.

Bei der Beschreibung der Verdampfapparate wird eine solche Vereinigung von Verdampfapparat, Vorwärmer und Scheideapparaten gegeben werden.

Ein durch Saftdampf, sowie auch durch direkten Dampf zu heizender Vorwärmer ist in Fig. 87 im Vertikaldurchschnitte, in Fig. 88 in oberer Ansicht dargestellt.

A ist eine eiserne Pfanne, in deren Boden *D* eine große Anzahl Messingröhren eingezogen sind, die unten in einem zweiten Boden *D'* enden. Der zwischen den beiden Böden *D* und *D'* befindliche, von einem eisernen Mantel umschlossene Raum *B* bildet den Heizraum. Der zu erwärmende Saft tritt durch das Rohr *f* in den unter dem unteren Boden *D'* befindlichen Raum *F*, verteilt sich durch die Heizröhren und steigt in die Pfanne *A*. Sobald diese gefüllt ist, wird der Saftzutritt geschlossen.

Das Eintrittsrohr für den Saftdampf ist *a*. Will man zum Anwärmen des Saftes direkten Dampf verwenden, wie dies bei Beginn des Betriebes, z. B. an Sonntagen, also wenn die Verdampfapparate noch nicht in Thätigkeit sind, nötig ist, so bedient man sich des an dem Rohre *a* angebrachten Ventils *b*. Durch das Rohr *d* läuft das aus dem Dampfe sich kondensierende Wasser ab. Durch das Rohr *g*, welches oben mit einem Trichter *(h)* versehen ist, wird der angewärmte Saft nach den Scheidepfannen abgelassen.

Da dieſer Trichter ſich am Boden der Pfanne befindet, ſo bleibt nach dem Ablaſſen ein Reſt von heißem Safte in den Röhren und dem unteren Raume *F*. Bei einem fortlaufenden Betriebe, wo die

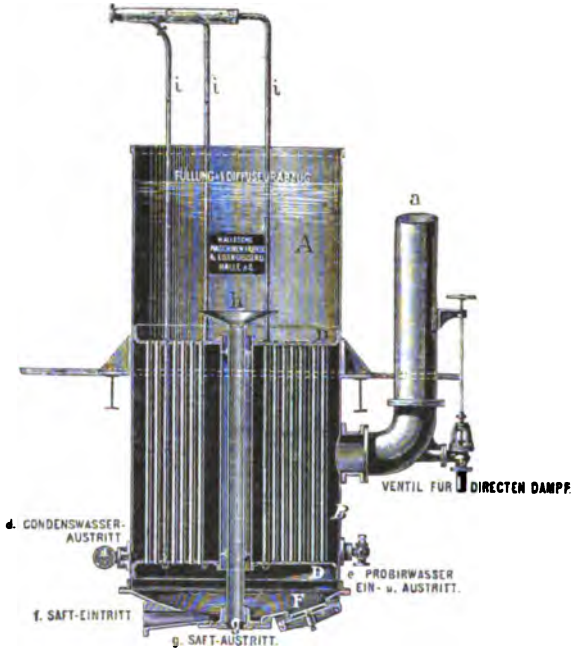


Fig. 87. Offener Rohſaftvorwärmer, ſenkrechter Durchſchnitt.

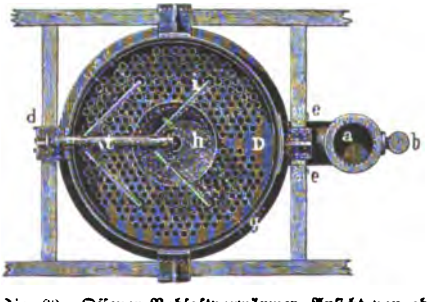


Fig. 88. Offener Rohſaftvorwärmer, Anſicht von oben.

Pfanne ſofort nach der Entleerung wieder gefüllt wird, kann dies ohne Nachteil geſchehen. Muß aber der Betrieb aus irgend einer Urſache unterbrochen werden (alſo z. B. Sonntags früh), ſo iſt auch eine Ent-

leerung dieses Saftanteils vorzunehmen. Zu dem Behufe ist an der tiefsten Stelle des Rohres *f* ein Ventil angebracht, durch welches der gesamte Rest der Flüssigkeit nach den Scheidepfannen entleert werden kann.

Die in der Zeichnung mit *i* bezeichneten Rohre kommunizieren einerseits mit dem Dampfraume des Vorwärmers und sind andererseits mit der Luftpumpe verbunden. Sie haben den Zweck, das in dem Dampfraume sich ansammelnde Ammoniakgas abzuführen. Wie wir wissen, entwickeln alle Rübensäfte, sobald sie mit Kalk behandelt sind, fortwährend dieses Gas; man muß dasselbe entfernen, weil es die messingenen Röhren zerfrißt.

Außerdem sieht man in Fig. 87 ein kleines Ventil *e*, welches man braucht, wenn man das kondensierte Wasser auf Zucker untersuchen will. Eine regelmäßige Untersuchung dieses Wassers ist dringend nötig; dasselbe kann zuckerhaltig sein infolge Undichtigkeit des Apparates oder infolge Überkochens von Saft in den Verdampfapparaten.

Der soeben beschriebene Vorwärmer wird in der Regel auch als Meßgefäß benutzt; man hängt zu dem Zwecke in dasselbe den Schwimmer des früher schon beschriebenen Raßmus'schen Kontrollapparates ein. Im regelmäßigen Betriebe steigt also der Saft, sobald ein Diffuseur abgedrückt wird, im Raume *A* und mit ihm der Schwimmer, bis die elektrische Glocke den höchsten Stand anzeigt, dann wird das Scheidesaftventil des Diffuseurs geschlossen und das Einlaufventil der Scheidepfanne geöffnet; der Schwimmer sinkt bis zum Wiedertönen der Glocke. Hat man die Schwimmerschnur entsprechend eingestellt, so wird bei diesem zweiten Zeichen der Saft im Vorwärmer gerade bis zum oberen Rande des Trichters *h* stehen. Während der gemessene Saft abläuft, wird der in den Röhren stehende angewärmt und bei der nachfolgenden Operation durch den von der Batterie kommenden kälteren Saft in die Höhe geschoben.

Daß der Saft jedesmal bis zum Trichterrande abläuft, ist von Wichtigkeit; während des Betriebes entsteht auf dem Safte eine dichte Schaumdecke, die bei offenen Vorwärmern durch hineinfallende Pilzkeime leicht sauer wird. Ist jedoch der Trichter groß genug, und läßt man den Saft vollkommen ablaufen, so wird bei jeder Operation diese Schaumdecke zum großen Teile in die Scheidepfanne abgeführt.

Manche Fabrikanten ziehen, um jede Verderbnis des Saftes zu verhindern, geschlossene Vorwärmer vor, bei denen man das

Messen des Saftes selbstverständlich in besonderen Gefäßen vornehmen muß. Ein solcher, von Röhrig und Koenig in Magdeburg konstruiert, hat sich in einer dem Verfasser bekannten Fabrik sehr gut bewährt. Fig. 89 stellt denselben im vertikalen Durchschnitte, Fig. 90 im Querschnitte dar.

Fig. 89.

Dieser Vorwärmer besteht aus einem cylindrischen Gefäße von Eisenblech, von 1 bis 1,3 m Durchmesser und 2 bis 2,16 m Höhe, welches vertikal in sechs von einander getrennte Räume (*I* bis *VI*) geteilt ist. In diesen Räumen sind die ziemlich engen Heizrohre gleichmäßig verteilt. Die Heizrohre sind gebogen, wodurch dem Reißen derselben durch ungleichmäßige Ausdehnung vorgebeugt wird. Dieser eigentliche Heizapparat ist oben und unten durch eigentümliche Kopf- (*A*) resp. Fußstücke (*B*) geschlossen, durch welche dem durch den Apparat strömenden Safte der Weg vorgeschrieben wird. Der Kopf und Fuß einer jeden Abteilung ist durch der eine Klappe (*C*) verschließbar.

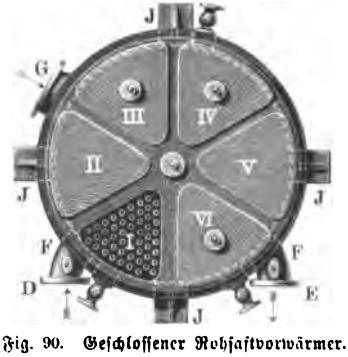


Fig. 90. Geschlossener Rohsaftvorwärmer.

Der Saft tritt am Kopfende durch das Rohr *D* in die Abteilung *I* ein, bewegt sich durch die Rohre nach unten, tritt von unten durch die Rohre der Abteilung *II* nach oben, dort von oben durch die Rohre der Abteilung *III* u. s. w., bis er durch das Rohr *E* am Kopfende der Abteilung *VI* den Apparat wieder verläßt. Am Eingangs- und am Ausgangsrohre befindet sich je ein Thermometer (*F*, *F*).

Zur Heizung wird während des regelmäßigen Betriebes Saftdampf benützt, der durch das Rohr *G* in den Apparat einströmt und sämtliche Rohre umspült, das sich bildende Kondenswasser läuft durch das in der Mitte befindliche Rohr *H* nach einer der Brüdenwasserpumpen oder dem Brüdenwasserbassin (s. später) ab. Das mit Hahn versehene Rohr *K* dient, wie wir es beim offenen Vorwärmer kennen gelernt haben, zur Abführung des Ammoniakgases, drei ebenfalls mit Hähnen versehene Rohre *l* führen die Luft und etwa sich bildenden Schaum ab, letzteren nach den Scheidepfannen oder dem Meßgefäße.

Außer diesen Armaturteilen sind an dem Vorwärmer selbstverständlich noch Hähne angebracht, um ihn vollständig entleeren zu können, sowie auch Ventile zur Heizung mit direktem Dampfe, wenn die Verdampfapparate noch nicht im Betriebe sind. Die vier Knacken *J* dienen zum Aufhängen des Apparates auf eisernen Trägern.

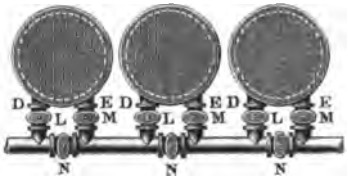


Fig. 91.
Aufstellung geschlossener Vorwärmer.

Fig. 91 zeigt die Art und Weise, wie drei derartige Vorwärmer im Saftstrange eingeschaltet sind. Wenn der Saft durch alle drei derselben hindurch gehen soll, sind die Ventile *N* sämtlich geschlossen und die Ventile *L* und *M* geöffnet; will man einen derselben behufs Reinigung ausschalten, so öffnet man das zu demselben gehörige Ventil *N* und schließt die Ventile *L* und *M*.

Die oben erwähnte Maschinenfabrik liefert diese Vorwärmer in verschiedenen Größen nämlich mit 50, 60, 70, 80 und 90 qmtr Heizfläche. Je größer der Inhalt der einzelnen Diffuseure der Batterie und je weniger heiß der zu verwendende Dampf ist, desto größer muß man die Heizfläche wählen. Um einen Anhalt für die Berechnung der letzteren zu geben, teile ich nachstehende Zahlen aus der Praxis mit. Die oben erwähnte Zuckerfabrik arbeitete mit Diffuseuren von 6 cbm Inhalt (also 33 metr Füllung) und mit zwei Röhrig und König'schen Vorwärmern zu 80 qm Heizfläche. Sie heizte letztere mit Brüden vom Dünnsaftkörper (s. später unter Verdampfung) und erreichte dadurch in den ersten Tagen der Woche eine Temperatur im Rohsafte von etwa 90—94° C.; in den letzten Tagen der Woche war die Wirkung eine geringere, weil sich die Rohre nach und nach mit schleimigen

Substanzen belegten (Eiweiß ꝛc.); die Temperatur des Saftes betrug dann nur noch etwa 75° C. Der Saftabzug beträgt etwa 120 Liter auf 100 metr Schnitzel.

4. Die Scheidepfanne.

Bei der ältesten Methode der Rübensaftscheidung, der sogenannten Scheidung nach oben oder Deckenscheidung, wurde der Rohsaft nach dem Erhitzen auf 80° C. mit 0,5 bis 1 Proz. Kalk versetzt und dann langsam weiter erhitzt bis zum Kochen. War die Kalkmenge richtig gewählt, was durch vorsichtiges Probieren erreicht wurde, so schieden sich Eiweiß und andere Nichtzuckerstoffe als dichte Schaumdecke an der Oberfläche ab; der unter dieser Decke befindliche helle Saft wurde dann abgezogen und saturiert, während der Schlamm für sich weiter verarbeitet (entsaftet) wurde.

Dieses Verfahren ist längst aufgegeben, einerseits, weil die Diffusionssäfte ihres geringen Eiweißgehaltes wegen keine Decke bilden, andererseits, weil dasselbe viel Zeit braucht und daher bei der unter heutigen Verhältnissen notwendigen, raschen Verarbeitung nicht verwendbar ist.

Wir können deshalb auf die Beschreibung der alten Einrichtungen verzichten.

Die einfachste Scheidepfanne, in welcher meist auch die erste Saturation vorgenommen wird, ist heutzutage nichts weiter als ein runder oder viereckiger Kasten aus Eisenblech, in welchem sich ein Dampfrohr (oder mehrere) zum Anheizen des Saftes und ein Rohr zur Einleitung der Kohlensäure befindet.

Ein solcher Apparat ist in Fig. 92 in Vorderansicht und in Fig. 93 im Längendurchschnitte dargestellt.

A ist ein viereckiger, eiserner Kasten, dessen Boden *B* ziemlich stark nach vorn geneigt ist, um den Schlamm durch das, nahe der Vorderwand befindliche, Ablaßventil vollständig entleeren zu können. Auf dem festen Deckel *D* ist die Klappe *E* angebracht, welche sich geöffnet gegen den Bügel *E'* lehnt. *F* ist das Dunstabzugsrohr, *G* die Drosselklappe desselben mit dem Handgriffe *H*.

a a ist das Hauptdampfrohr mit dem Absperrventile *a'*, aus welchem der Dampf in die mehrfach gewundene Heizröhre *b b* strömt. Das untere Ende der Heizröhre tritt an der Vorderwand des Kastens bei *a*

aus und iſt hier mit einem Ventile verſehen, durch welches Kondenſationswaſſer und nicht verdichteter Dampf in die Retourleitung gehen.

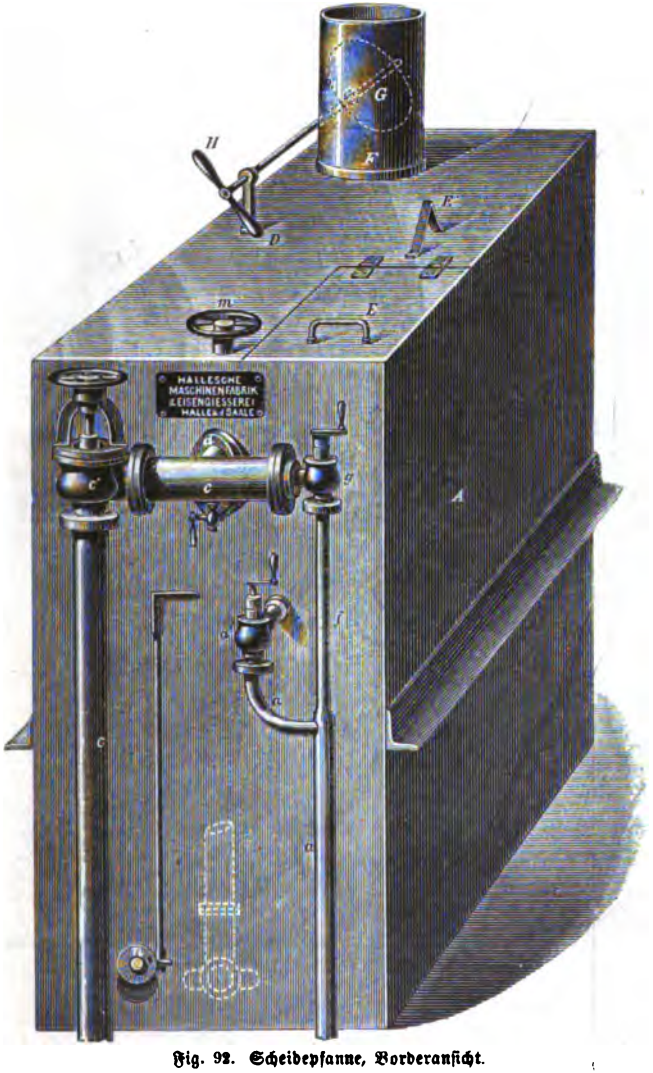


Fig. 92. Scheidepfanne, Vorderanſicht.

Die Kohlenſäure wird durch das Rohr *c* zugeleitet, ſie kann durch das Ventil *c'* abgeſperrt werden, das Rohr *d* führt ſie in ein gerades,

dicht über dem Boden und diesem parallel liegendes Rohr *e*, durch welches sie in die Flüssigkeit strömt. Um den Austritt der Kohlensäure in der ganzen Länge des Rohres *e* möglichst gleichförmig zu machen, sind die Ausströmungsöffnungen der Zahl nach ungleichmäßig

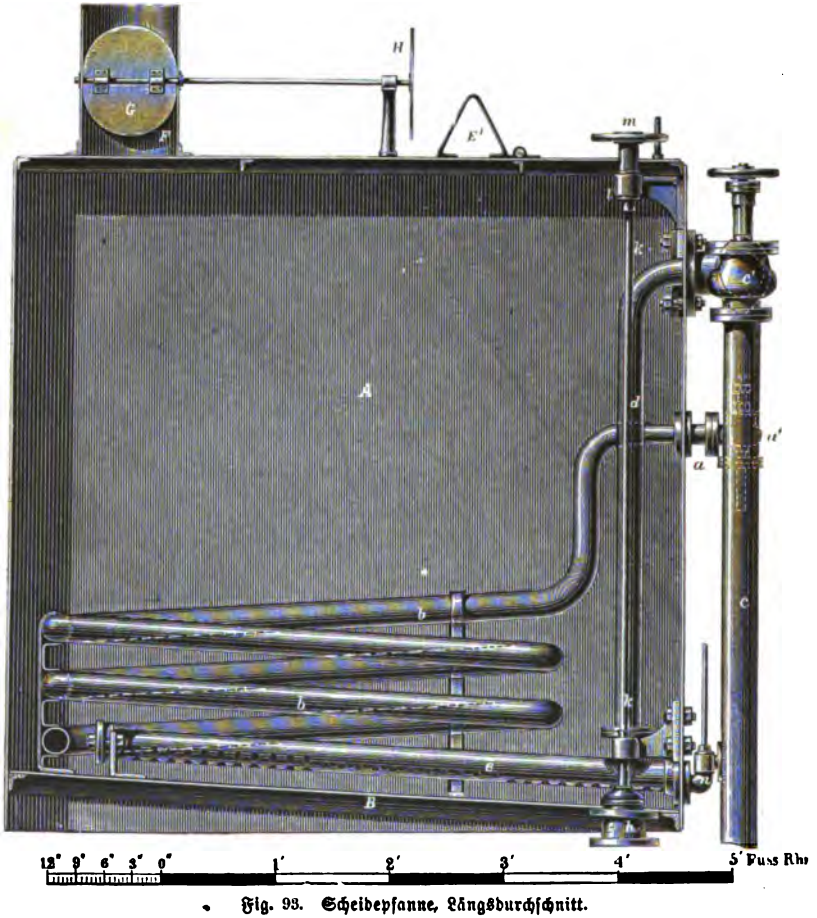


Fig. 93. Scheidepfanne, Längsdurchschnitt.

verteilt und zwar so, daß in dem ersten Drittel der Länge des Rohres nur eine Reihe von Löchern angebracht ist, im zweiten Drittel sind zwei Reihen, in dem von der Zuleitung entferntesten Drittel der Röhre aber drei Reihen von Löchern, sodaß hier, wo der Druck des Gases durch die vorhergehende Ausströmung bereits nachläßt, die

geringsten Widerstände zu überwinden sind. Alle Öffnungen des Rohres sind abwärts gerichtet, damit das Gas alle Teile der Flüssigkeit möglichst bestreicht.

Von dem Hauptdampfrohre zweigt sich ein Rohr *f* mit Ventil *g* ab, welches in den außerhalb des Kastens liegenden, horizontalen Arm des Kohlensäurerohres eintritt, um zugleich mit der Kohlensäure Dampf direkt in die Flüssigkeit treiben zu können.

In dem Rohrstutzen *h* sitzt das Ablaßventil, dessen Spindel *k* bei *l* in einem Schraubengewinde geht und mittels des auf dem Deckel befindlichen Handrades *m* gehoben oder gesenkt werden kann.

In der Figur nicht angegeben ist ein Thermometer, welches in der Mitte des Deckels sich befindet und so lang ist, daß es bis in den Saft hineinreicht. Ein solches Thermometer ist unerläßlich, wenn man genau und sorgfältig arbeiten will. Quecksilberthermometer sind jedoch an dieser Stelle kaum verwendbar, weil sie sehr zerbrechlich sind, dagegen kann Verfasser die Thalpotasimeter von Schaeffer & Budenberg in Magdeburg für diesen Zweck sehr empfehlen. Dieselben sind zwar etwas teuer, können aber jahrelang benutzt werden, ohne einer Reparatur zu bedürfen, wenn man nur dafür sorgt, daß sie nach Schluß der Rübenverarbeitung sorgfältig bei Seite gelegt werden. Die Konstruktion derselben beruht darauf, daß der Druck von Ätherdampf bei verschiedenen Temperaturen ein verschiedener ist und durch ein feines Federmanometer gemessen werden kann. Ein solcher Apparat ist gegen grobe Behandlung natürlich sehr empfindlich, doch hat man bei regelrechter Benutzung niemals Störungen an demselben.

Das in der Dampfschlange sich sammelnde und durch *n* ablaufende Kondenswasser wird durch einen sogenannten Kondenstopf abgeführt, den wir am Schlusse des vierten Abschnittes näher besprechen werden.

Da sich die Dampfschlange *b* sehr rasch stark mit unlöslichen Kalkverbindungen bedeckt, die den Übergang der Wärme an den Saft schließlich vollkommen verhindern, läßt man dieselbe jetzt wohl in allen Fabriken weg und leitet den Dampf durch besondere offene Rohre in derselben Weise, wie die Kohlensäure, direkt in den Saft ein. Wenn man dabei den letzteren durch Kondensationswasser etwas verdünnt, so hat man doch unter allen Umständen den Vorteil der absolut sicheren Wirkung.

Nachträglich soll noch bemerkt werden, daß sich die Löcher der Kohlensäureapparate ebenfalls leicht durch Inkrustation verstopfen. Man ist daher gezwungen, allwöchentlich die inkrustierten Rohre durch reine zu ersetzen. Um dies schnell bewirken zu können und um andererseits die Erstickungsgefahr für die Arbeiter zu vermeiden, die mit dem Einsteigen in eine Saturationspfanne verknüpft ist, wird die Einrichtung meist so getroffen, daß diese Rohre von außen durch Löcher in der Wand der Pfanne eingeschoben und von außen angeschraubt werden, etwa wie in Fig. 94 zu sehen ist.

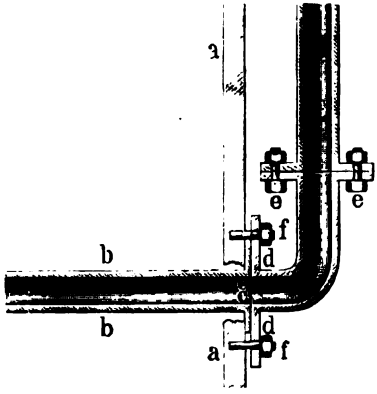


Fig. 94.
Befestigungsweise der Saturationsrohre.

In derselben bedeutet *a* die Wand der Pfanne, *b* das gelochte Saturationsrohr mit Bordscheibe *c*, *e* das Kohlensäurerohr mit Flantsch *d* und *f* zwei Befestigungsschrauben.

Anstatt den Dampf und die Kohlensäure vermittelst durchlöcherter Rohre in den Saft einzuleiten, benützt man hierzu auch wohl sog. Düsen. Ein aus sechs Düsen bestehender Apparat für Kohlensäure von Gebr. Körting bei Hannover ist in Fig. 95 dargestellt. Die Kohlensäure wird durch das Rohr *K* von der Pumpe dem sechseckigen Körper *R*, welcher in der Mitte der Scheidepfanne auf dem Boden derselben steht, zugeführt. In diesem verteilt sich das Zuleitungsrohr in sechs Düsen, die in eben so viele Ausströmungstrichter *M* ausmünden. Unmittelbar an der Ausmündungsstelle der Düsen sind in den Wandungen der Trichter weite Öffnungen angebracht, durch welche der Saft an die Düsen herantritt. Die aus den Düsen in die Trichter einströmende Kohlensäure reißt durch diese Öffnungen immer neue Saftmengen mit sich fort und läßt sie in der Richtung der Pfeile aus den Trichteröffnungen ausströmen, wodurch die ganze Flüssigkeit in stetem Kreislaufe erhalten wird.

Verfasser hat mit diesem Apparate nicht gearbeitet und weiß auch nicht, ob er sich bewährt hat. Ohne Frage gehört zu demselben, soll er gut funktionieren, eine entsprechend große Kohlensäurepumpe, d. h. eine solche, deren Leistungsfähigkeit groß genug ist, um das Gas aus

den Düsen mit genügender Pressung austreten zu lassen. Ist dies aber der Fall, so bietet der Apparat den Vorteil, daß er sich nie verstopfen kann.

Solche Düsen finden häufig auch Verwendung als Dampfdüsen, also, anstatt der durchlochten Rohre, zum Einleiten von Dampf in den Saft; dieselben sind nach genau demselben Prinzipe konstruiert und arbeiten vorzüglich, indem sie den Saft nicht nur sehr rasch und geräuschlos anwärmen, sondern ihn dabei auch kräftig umrühren, was bei der Scheidung von großem Vorteil ist.

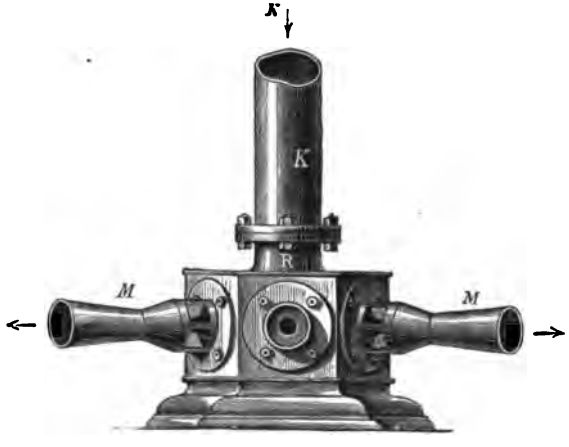
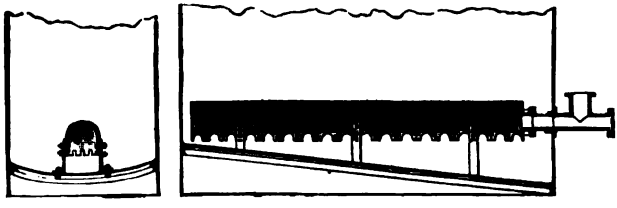


Fig. 95. Saturationsdüse.

Rothermann hat einen Apparat anderer Art erfunden, welcher ebenfalls zur Einleitung von Kohlensäure in den Saft dient und sich vorzüglich bewährt hat. Derselbe ist von der Maschinen-Bau-Anstalt Breslau, Ges. m. beschr. Haftung in Breslau in die Industrie eingeführt und „Kohlensäureverteiler" benannt worden. Derselbe ist in Fig. 96 im Querschnitte, Fig. 97 im Längsschnitte dargestellt und besteht aus einem umgekehrten, schmalen Troge aus Gußeisen, dessen Ränder ihrer ganzen Länge nach bogenförmig ausgekerbt sind. Die Kohlensäure tritt durch ein Loch an der Stirnwand des Troges, wie Fig. 97 zeigt, in denselben ein, verdrängt aus demselben den Saft und tritt schließlich in Gestalt einzelner Blasen durch die Kerben aus demselben in den Saft.

Es leuchtet jedem ein, der die beiden Abbildungen betrachtet, daß sich dieser Apparat nie verstopfen kann und daß er deshalb auch nie gereinigt zu werden braucht; er arbeitet aber nur dann richtig, wenn seine sämtlichen Ränder vollkommen horizontal liegen. Auf diesen Punkt hat man bei der Aufstellung desselben sein ganz besonderes Augenmerk zu richten. Bei nicht horizontaler Lage desselben würde die Kohlensäure nicht in vielen kleinen Blasen in der ganzen Pfanne verteilt werden, sondern von der höchsten Stelle des unteren Randes in großen Blasen aufsteigen und zum großen Teile unbenutzt verloren gehen.

Außer den oben angeführten Teilen hat jede Scheidepfanne selbstverständlich auch ein Einlaufrohr mit Ventil und häufig noch den sog. Schaumschläger.



Rothermann'scher Kohlensäureverteiler.

Fig. 96. Querschnitt. Fig 97. Längsschnitt.

Die Säfte haben die Eigenschaft, beim Durchströmen der Kohlensäure und beim Kochen, einen ziemlich zähen Schaum zu bilden, der auf der Oberfläche der Flüssigkeit stehen bleibt und sich immer vermehrt, so daß sehr leicht, wenn nicht genügend Raum in der Pfanne vorhanden ist, ein Übersteigen der Flüssigkeit und Verlust derselben eintreten kann. Die lästige Überhandnahme des Schaumes verhütet man am wirksamsten, wenn man Dampfstrahlen in den sich bildenden Schaum hineinbläst, und dieses wird von dem sogenannten Schaumschläger besorgt.

Derselbe besteht aus einem engen, kreisförmig gebogenen Rohre, welches oben über dem Spiegel der Flüssigkeit liegt und sowohl nach innen wie nach außen, in horizontaler Richtung mit feinen Löchern durchbohrt ist. Dieser Rohrkranz steht durch ein Ventil mit der Dampfleitung in Verbindung; es werden daher, sobald das Ventil geöffnet

wird, zahlreiche Dampfstrahlen in horizontaler Richtung in die etwa gebildete Schaummasse hineingetrieben werden, die die einzelnen Blasen zum Platzen bringen und damit den Schaum beseitigen.

Als Zubehör zur Scheidepfanne sind noch anzuführen der Kalkmilchkasten und der Saftfänger.

Wo der Kalk in Form von Milch verwendet wird (s. später), muß der die Scheidepfanne bedienende Arbeiter die Möglichkeit haben, die davon zu verbrauchende Menge rasch und genau abzumessen. Auf jeder Pfanne steht daher ein kleineres cylindrisches oder viereckiges Gefäß, welches direkt von der Kalkmilchpumpe oder von einem höher stehenden, mit Rührwerk versehenen größeren Vorratsgefäße aus mit Kalkmilch gefüllt werden kann. Mit Hilfe eines Schwimmers, der in dem Kalkgefäße hängt, und einer Skala, kann der Arbeiter das vorgeschriebene Milchquantum abmessen.

Die Dunstrohre auf dem Deckel der Scheidepfannen führen in vielen Fabriken noch direkt durch das Dach in die freie Luft, überall da aber auch kann man an weißen Flecken auf dem Dache sehen, daß durch dieselben häufig Scheidesaft weggeht. Um diesen in der Fabrik zu behalten, legt man quer über sämtliche Scheidepfannen weg ein weites, walzenförmiges Gefäß, in welches man sämtliche Dunstrohre münden läßt und aus diesem erst führt man ein einziges, möglichst weites Dunstrohr durch das Dach. Die Wirkungsweise dieses Saftfängers ist eine ähnliche, wie die der später zu beschreibenden Hodeks.

5. Saftheber und Schlammpumpe.

Die für die Scheidung bestimmten Apparate werden immer so aufgestellt, daß der Saft aus dem Meßgefäße in freiem Falle durch Röhrenleitungen in die Scheidepfannen fließen kann. Wo dieses Meßgefäß, wie es meistens der Fall ist, höher steht, als die Batterie, befinden sich daher die Scheidepfannen in demselben Stockwerke, wie die Köpfe der Diffuseure. Diese Art der Aufstellung bietet den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß gerade die wichtigsten Stationen des Betriebes vom Leiter desselben mit einem Blicke übersehen werden können.

Nachdem der Saft geschieden und, je nach der Arbeitsweise, auch saturiert worden ist, muß derselbe weiter befördert werden; die Apparate

hierfür stehen unter den Scheidepfannen, also zu ebener Erde. In früheren Zeiten benutzte man hierzu ausschließlich die sog. Saftheber; ihres starken Dampfverbrauches wegen und weil in denselben der Saft durch Kondensationswasser verdünnt wird, werden diese Apparate in neueren Fabriken überhaupt nicht mehr angelegt und verschwinden auch aus den älteren nach und nach.

An ihre Stelle sind Pumpwerke, sog. Schlamm- oder Saftpumpen, getreten, doch können wir nicht umhin, auch den Saftheber zu beschreiben, weil er sich doch noch hier und da im Betriebe befindet.

Der Saftheber ist in Fig. 98 und 99 als Doppelapparat dargestellt und zwar in Fig. 98 an der einen Seite als Durchschnitt, an der anderen Seite als äußere Ansicht, Fig. 99 giebt eine Ansicht von oben.

AA' sind zwei aus starkem Kesselblech angefertigte Cylinder, deren Boden und Deckel schwach gewölbt sind. Auf die Konstruktion derselben, auf die Vernietung ihrer einzelnen Teile, auf die Verbindung aller Ausrüstungsstücke ist dieselbe Sorgfalt zu verwenden, wie bei der Anfertigung der Dampfkessel, auch sollten sie denselben Proben auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Druck unterworfen werden, wie Dampfkessel, da sie die gleiche Spannung des Dampfes zu ertragen haben und also auch gleiche Explosionsgefahr hervorrufen, wenn irgend einer ihrer Teile nicht genügende Stärke besitzt. Es soll ausdrücklich hierauf aufmerksam gemacht werden, da bereits Explosionen von Safthebern vorgekommen sind, denen Menschenleben zum Opfer gefallen. Man begnüge sich nicht damit, sie auf die Höhe des von ihnen unter normalen Verhältnissen auszuübenden Druckes zu prüfen, sondern stelle an ihre Stärke dieselben Anforderungen, wie an die der Kessel, da durch eine immerhin mögliche Verstopfung einer Röhrenleitung, oder durch eine falsche Stellung eines Ventils in ihnen ein viel stärkerer als der beabsichtigte, der volle Dampfdruck, wie im Kessel, zur Geltung kommen kann.

Durch den auf die obere Wölbung aufgesetzten kurzen Hals der Cylinder tritt seitlich je ein Rohr *B B'* ein, welches durch das Ventil *C' C'* abgesperrt ist. Dies Rohr dient zur Füllung des Safthebers, es steht mit der Leitung der Saftgewinnungsstation in Verbindung. Ferner geht durch den Hals das vertikale Rohr *D*, dies reicht bis nahezu auf den Boden des Cylinders und mündet hier frei. Bei ihrem Austritte aus dem Cylinder trägt jede der Röhren *D* ein Ventil

E und E', von dieſen gehen die beiden Zweigröhren F F' ab und vereinigen ſich in dem gemeinſamen Rohre G, welches in gerader

Fig. 98. Saftheber.

Richtung bis zu dem Behälter führt, in den der Saft gefördert werden ſoll. Seitlich an jedem Cylinder befindet ſich ein Lufthahn H H',

welcher durch den Austritt von Saft die erfolgte Füllung jedes Cylinders anzeigt.

J ist ein direkt vom Kessel kommendes Dampfrohr, welches sich in zwei, im Halse der Cylinder endende Arme *K K'* gabelt; durch die Ventile *L L'* kann der Dampf in den einen oder den anderen der beiden Cylinder geleitet werden.

Die Ventile *M M'* lassen den gebrauchten Dampf in eine Röhrenleitung ausblasen.

Mannlöcher *N N'* dienen zur Reinigung der Cylinder.

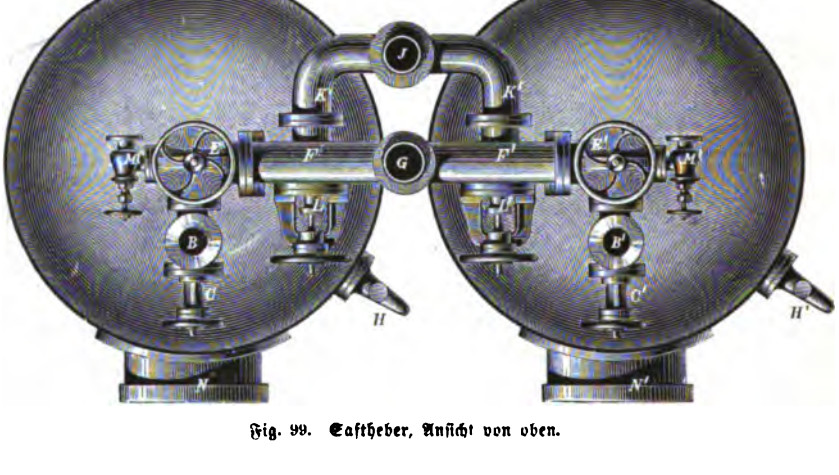


Fig. 99. Saftheber, Ansicht von oben.

Durch die Anordnung der Röhren und Ventile kann mit dem Apparate ununterbrochen gearbeitet werden, derartig, daß während der Zeit, wo der eine Cylinder gefüllt wird, der andere im Abdrücken begriffen ist. Es werde z. B. der Cylinder *A* gefüllt, so wird das Ventil *C* der Saftleitung *B* geöffnet, auch ist der Lufthahn *H* geöffnet, während die Ventile *E*, *L*, *M* geschlossen sind. Sobald aus dem Hahne *H* der erste Tropfen Saft hervordringt, wird Ventil *C* geschlossen und der Hahn *H* zugemacht; das Steigeventil *E* und das Dampfventil *L* werden dann geöffnet, wodurch der von *J* kommende Dampf durch *K* in den Cylinder einströmt, durch seine Wärme die im oberen Teile des Cylinders enthaltene Luft ausdehnt und dadurch einen Druck auf den Spiegel der Flüssigkeit ausübt, der sich zu seinem

eigenen Drucke hinzuaddiert. Dieser Druck pflanzt sich gleichmäßig auf die Flüssigkeit fort und treibt sie durch das Rohr *D*, durch das offene Ventil *E* in das Zweigrohr *F* und durch dieses in das Steigrohr *G*. Selbstverständlich muß während dieser Zeit das Ventil *E'* geschlossen sein, da sonst die Flüssigkeit nicht gehoben, sondern in den anderen Cylinder gedrückt werden würde. Sobald der Cylinder *A* entleert ist, was man daran erkennt, daß das Rohr *F*, durch in dasselbe einströmenden Dampf, heiß wird, sperrt man das Dampfventil *L* ab, schließt das Ventil *E* und läßt den im Cylinder enthaltenen Dampf durch das Ventil *M* abblasen, um dann bei geöffnetem Lufthahne *H* die Füllung von neuem zu beginnen.

Sobald man den Dampfdruck auf den Cylinder *A* gestellt hat, läßt man *A'* vollaufen, was genau auf dieselbe Weise geschieht, wie für *A* beschrieben; sobald man dann *A'* abdrückt, ist *A* wieder zum Füllen fertig. Die Anordnung zweier so untereinander verbundener Saftheber ist namentlich da von Wichtigkeit, wo es sich darum handelt, mittels des Hebers einen fortgesetzten Druck auszuüben, wie bei der Entsaftung des Kalkschlammes in der Filterpresse, wovon unten gehandelt werden wird.

Läßt man den Heber sich gänzlich von Saft oder Kalkschlamm entleeren, so bläst zuletzt der Dampf mit der vollen Gewalt seiner Spannung durch das von Flüssigkeit entleerte Steigrohr aus, oder strömt frei in die Filterpresse ein. Durch beides können Übelstände herbeigeführt werden. Es ist daher zweckmäßiger, stets einen gewissen Rest von Flüssigkeit im Saftheber zu lassen und durch den entgegenwirkenden Druck der Flüssigkeit einem Ausblasen des Dampfes vorzubeugen.

Um die nahende Entleerung erkennen zu können, ist in den neueren Konstruktionen ein Signalapparat angebracht. Derselbe ist in Fig. 100 dargestellt und besteht aus einer Dampfpfeife, welche durch Eintritt von Dampf in dem Augenblicke zum Ertönen kommt, wenn der Saft den niedrigsten Stand in dem Saftheber eingenommen hat. Zu dem Behufe ist an den unteren Teil der Pfeife ein Rohr angesetzt, welches dicht unter dem Eintritte des Rohres in den Cylinder eine kleine Öffnung trägt. In diesem Rohre gleitet ein Metallstab, an welchem unten ein Schwimmer befestigt ist. Beim Füllen des Cylinders wird dieser Stab durch den Auftrieb des Schwimmers bis

zum höchsten Punkte des Pfeifenrohres gehoben und verschließt daher die seitliche Öffnung des Rohres. Ist der Saftstand beim Ablassen des Rohres so weit erniedrigt, wie in der Figur dargestellt ist, so kommt der Auftrieb des Schwimmers in Wegfall, infolgedessen senkt sich der mit dem Schwimmer verbundene Stab und es wird damit die Öffnung im Pfeifenrohre frei. Der Dampf dringt durch die

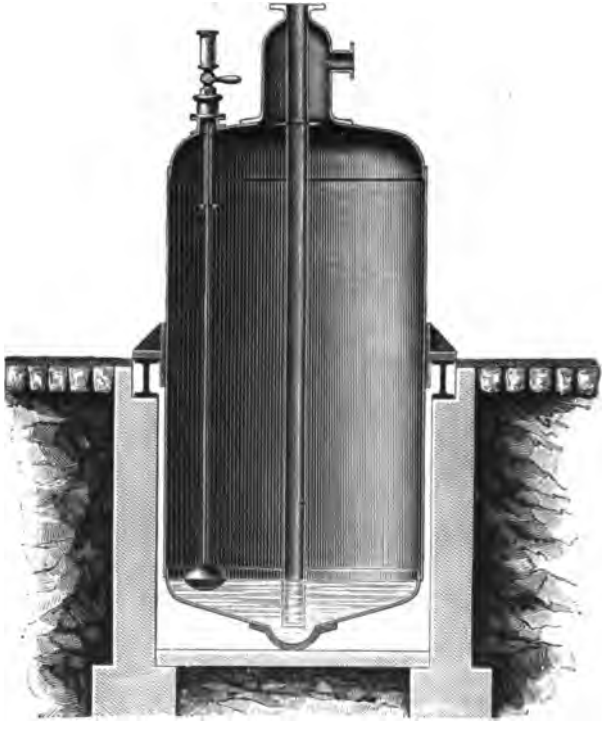


Fig. 100. Signalapparat zum Saftheber.

Öffnung in das Pfeifenrohr, bringt die Pfeife zum Tönen, und dieses Pfeifen dauert so lange, bis der Arbeiter durch Umstellung der Ventile frischen Saft einströmen oder den Dampf abblasen läßt. Sobald der Flüssigkeitsstand des Saftes sich erhöht, kommt der Auftrieb des Schwimmers wieder zur Geltung, durch den in die Höhe gehenden Stab wird die Öffnung im Pfeifenrohre geschlossen und damit kommt die Pfeife zum Schweigen.

Eine doppeltwirkende Schlammpumpe der Halle'ſchen Maſchinenfabrik, vorm. Riedel u. Kemnitz, iſt in Fig. 101 dargeſtellt. Der Pumpencylinder derſelben hat in der Mitte eine Scheidewand, welche ihn in zwei gleiche Teile ſcheidet. In jedem dieſer Teile bewegt ſich ein einfach wirkender Plunger, von denen jeder ſein Saug- und Druckventil beſitzt und von denen der eine, hintere, in der Abbildung mit *h* bezeichnet iſt. Die Saugventile ſitzen in dem gemeinſchaftlichen Gehäuſe *b*, an welchem das gemeinſchaftliche Saugerohr *a* angebracht iſt,

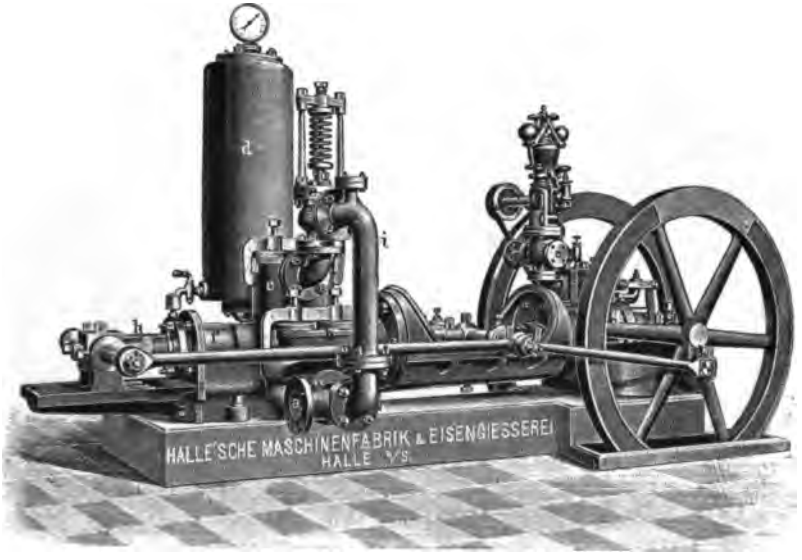


Fig. 101. Einfache Schlammpumpe.

die Druckventile ſitzen in dem gemeinſchaftlichen Gehäuſe *c*, an welches der Druckwindkeſſel *d* mit dem Druckrohre ſich anſchließt. Letzteres iſt in der Abbildung nicht zu ſehen, weil es unten an der hinteren Seite des Windkeſſels angebracht iſt.

Die beiden einfach wirkenden Pumpen arbeiten hier alſo wie eine doppelt wirkende Pumpe. Die Plungerkolben ſind für Schlammpumpen deswegen zu empfehlen, weil ſie gegen mit Schlamm vermiſchten Saft nicht ſo empfindlich ſind, als Federkolben.

An dem Druckventilgehäuſe iſt ein mit Federbelaſtung verſehenes Sicherheitsventil, ein ſog. Überſtrömventil *e*, angebracht. Durch die auf

demselben befindliche verstellbare Feder kann man den Druck, welchen die Pumpe auf die Filterpressen (s. später) ausübt, jederzeit leicht regulieren. Die Höhe des Druckes wird durch das auf dem Windkessel angebrachte Federmanometer angezeigt. Überschreitet der Druck die gewünschte Grenze, so tritt der Saft aus dem Sicherheitsventile aus und wird durch das Rohr *i* der Saugeleitung wieder zugeführt, sodaß er sich immer im Kreise bewegt, wenn die Pressen aus irgend einem Grunde den Saft nicht abnehmen sollten. Durch dieses Ventil werden Brüche

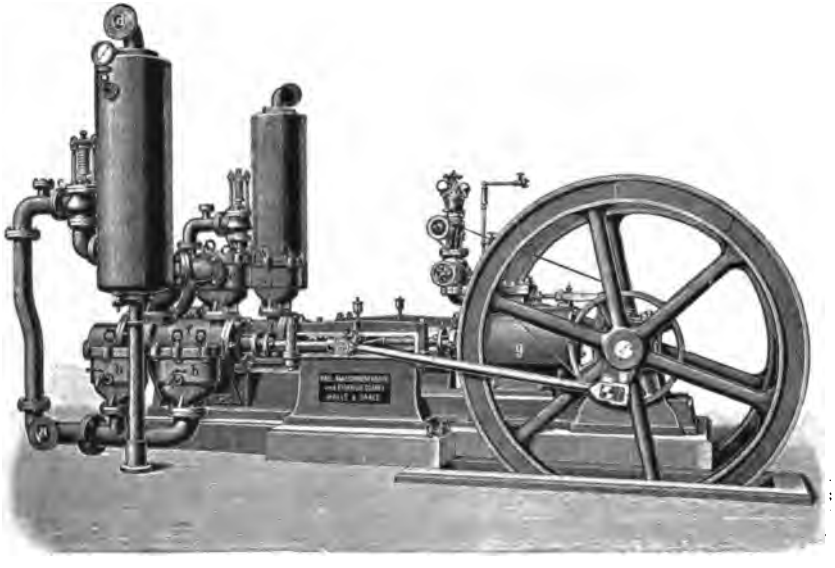


Fig. 102. Schlammpumpe für zwei Saturationen.

in der Pumpe selbst oder in der Druckleitung derselben vermieden.

Der Dampfcylinder *g* befindet sich an der anderen Seite des Pumpwerks. Auf demselben ist der Regulator angebracht und hinter demselben liegt die Schwungradwelle, von welcher die Bewegungen der Steuerungsscheibe durch Excenter und Hebel auf den Dampfschieber übertragen werden.

Zur Erzielung eines ungestörten Betriebes ist es nötig in der Saugleitung kurz vor der Pumpe einen Steinfänger einzuschalten, um die in dem Schlammsaft enthaltenen groben Unreinigkeiten aufzufangen und von der Pumpe fern zu halten. Ein solcher besteht aus

einem gußeisernen, cylindrischen Gefäße mit leicht zu öffnendem Deckel. Der Schlammsaft tritt oben ein und unten aus.

In diesem Gefäße hängt auswechselbar ein ebenfalls cylindrisches Sieb aus gelochtem Bleche, in welchem etwa im Saft enthaltene Steine abgefangen werden. Ein reines Reservesieb hält man stets vorrätig.

Das in Fig. 102 dargestellte Schlammpumpwerk hat zwei nebeneinander angeordnete Schlammpumpen, welche für *I.* und *II.* Saturation zu benutzen sind. Es sind *f* ein Pumpencylinder, *b b* die Saugventile mit anschließendem Saugrohr *a*, *c c* die auf *f* sitzenden Druckventile mit Anschluß an den Druckwindkessel mit Druckrohr *d*, und *e* das Überströmventil. In den Pumpencylindern *f* bewegen sich je ein

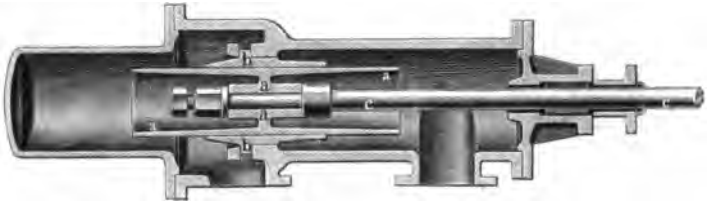


Fig. 103. Durchschnitt einer doppelt wirkenden Plungerpumpe.

Plungerkolben, welcher in dem Cylinder in einer Buchse laufend gedichtet ist, sodaß die beiden Seiten des Plungers abwechselnd saugen und drücken, jede Pumpe also doppelt wirkend ist. Die Konstruktion eines solchen Pumpencylinders ist in Fig. 103 im Längsschnitte dargestellt. In derselben ist *a* der Plunger, ein hohler cylindrischer Körper aus Gußeisen, *b* die Buchse, in welcher derselbe läuft, *c* die Kolbenstange. Daß die Buchse im Pumpencylinder und die Kolbenstange im Plunger absolut dicht schließen müssen, wenn die Pumpe wirken soll, wollen wir nur erwähnen.

Eines der wichtigsten Teile an diesen Pumpen ist aus schon oben angeführten Gründen das Überströmventil. Von anderen Maschinenfabriken wird dasselbe wohl auch im Innern der Pumpe selbst angebracht. Der Windkessel sitzt dann direkt auf dem Pumpencylinder und sein Boden wird durch einen sich nach unten, d. h. nach dem Inneren des Cylinders öffnenden Ventilkegel gebildet, der durch Stange und Feder fest angezogen wird. Alle diese Konstruktionen aber haben große

Übelstände. Zwischen Sitz und Kegel der Sicherheitsventile setzen sich nämlich leicht Schlammteilchen, Sandkörner oder dergl. fest, welche bewirken, daß dieselben nicht mehr dicht halten. Man muß dann oft lange suchen, bis man schließlich den Grund für die geringere Leistung der Pumpe in einer Undichtigkeit des Überströmventils findet. Verfasser hat deshalb in seiner Praxis das letztere von der Pumpe selbst entfernt und so in das Druckrohr verlegt, daß der ausströmende Saft in die Scheidepfanne zurückläuft. Man kann dann immer sehen, ob das Ventil richtig funktioniert oder nicht.

Fig. 104. Stehende Schlammpumpe.

Eine ältere Konstruktion von Schlammpumpen aus der Fabrik von A. L. G. Dehne in Halle a. S. ist in Fig. 104 dargestellt.

Diese Pumpe ist eine Zwillingsplungerpumpe mit zwei Dampf- und vier Plungercylindern, welche, auf gemeinschaftlicher Grundplatte aufgestellt, durch eine Welle mit zwei unter 90° stehenden Kurbeln verbunden und gesteuert werden.

Die Pumpe geht in jeder Stellung von selbst an; sie regelt ihren Gang selbstthätig je nach der Bildung der Kuchen in der Presse; sie bleibt von selbst stehen bei bestimmtem, zu regelnden Gegendrucke, wenn die Pressen feste Kuchen haben oder ausgeschaltet werden; sie ist bei etwa fehlendem Schlamme gegen zu rasches Laufen durch einen geeigneten Regulator geschützt und behält daher stets einen gleichmäßig ruhigen Gang.

Bei allen diesen Pumpenanlagen muß darauf Rücksicht genommen werden, daß an denselben leicht kleine Reparaturen nötig werden, die ein Öffnen der Pumpencylinder nötig machen. Um dann nicht jedesmal sämtlichen in den Rohren stehenden Saft in Eimer ablassen und in die Scheidepfanne zurückbringen zu müssen, was sehr viel Zeit in

Anspruch nimmt, ist es ratsam, an den Sauge- und Druckstutzen der Pumpen Absperr-Ventile anzubringen.

6. Der Scheidekalk.

Solange die Zuckerfabriken sich auf einen wenig umfangreichen Betrieb beschränkten, pflegten sie den zur Scheidung nötigen Kalk im gebrannten Zustande zu kaufen und suchten durch möglichst sparsame Verwendung den Bedarf des Kalks so weit zu beschränken, wie irgend thunlich. Seitdem man aber erkannt hat, daß eine wirksame Scheidung nur durch reichliche Verwendung von Kalk zu erzielen sei, und seitdem man die Bedeutung der Scheidung viel mehr würdigt, als dieses früher der Fall war, und namentlich, seitdem die Zuckerfabriken ihre jetzige Größe erreicht haben, ist es viel vorteilhafter geworden, nicht mehr den Kalk im gebrannten Zustande anzukaufen, sondern das Brennen selbst zu besorgen. Ja man ist hierzu geradezu gezwungen, da mit der reichlicheren Verwendung des Kalkes ein größerer Verbrauch von Kohlensäure bei der Saturation Hand in Hand geht und da diese als Nebenprodukt kostenlos beim Brennen des Kalkes gewonnen werden kann, während sie im anderen Falle mit nicht unbeträchtlichen Geldopfern hergestellt werden müßte.

Bei der Auswahl der Kalksteinsorten ist für die Beschaffung eines möglichst reinen Materials zu sorgen. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Kalksteine der ältesten Gebirgsformationen reiner als die jüngeren sind, den besten Kalk liefern die Urkalke, auch die der Grauwackenformation zeichnen sich durch hohe Reinheit aus. Doch kommen auch sehr reine Süßwasserkalke vor und diese gewähren durch ihre lockere Beschaffenheit den Vorteil, sich verhältnismäßig leicht brennen zu lassen. Die Muschelkalke sind häufig durch thonige Beimengungen stark verunreinigt. Kann man die Auswahl zwischen verschiedenen Kalksteinen treffen, so sollte immer die chemische Analyse den Ausschlag geben, und man sollte den Kalkstein wählen, welcher, neben einem sehr geringen Gehalte an Magnesia, möglichst wenig in Säuren unlösliche Teile, Thon, enthält. Der Wert von zwei Kalksteinen, von denen der eine 5, der andere 15 Proz. in Säuren Unlösliches enthält, verhält sich nicht wie 95:85, sondern der Wert des ersteren ist ein weit höherer, weil die 15 Proz. Thon und derartige Bestandteile alle Operationen der

Fabrikation mitmachen müssen, weil sie als ganz wertloser Ballast mitgenommen werden müssen, weil sie, was noch weit mehr in Betracht kommt, die Menge des Scheideschlammes erheblich erhöhen, ohne auf die Güte des Saftes förderlich einzuwirken, und durch diese Vermehrung des Schlammes zu der Vergrößerung der Zuckerverluste beitragen, und weil endlich durch einen Thongehalt des Kalksteins Alkalien in den Saft eingeführt werden, die nicht wie der Kalk leicht wieder entfernbar sind, sondern in dem Safte verbleiben, die Kryſtallisation des Zuckers erschweren und so zu erhöhter Melassebildung Veranlassung geben. Man wird nicht weit fehl gehen, wenn man die Wertverringerung, welche ein Kalkstein durch je 1 Proz. Thon und dergleichen erfährt, etwa dem Werte von 3 bis 4 Proz. kohlensaurem Kalk gleichsetzt, so daß, wenn man den Preis eines Kalksteines mit einem Gehalte von 95 Proz. kohlensaurem Kalk zu 100 annimmt, man einen solchen mit 85 Proz. kohlensaurem Kalk etwa mit 70 bis 60 bezahlen könnte. Und selbst bei einer solchen Preisdifferenz würde man vielleicht bei dem reineren Kalke besser fahren.

Der gebrannte Kalk soll sich mit Wasser leicht zu einem gleichmäßigen Brei löschen, langsames Löschen deutet immer auf einen höheren Grad von Verunreinigung hin, sehr häufig auf einen Gehalt von Magnesia, der in dolomitischen Kalksteinen nie fehlt. Wenn die Magnesia auch nicht, wie der Thon, Alkalien an den Saft abgiebt, und auch den Saft nicht weiter verunreinigt, so ist sie doch in diesem Falle überflüssig und vergrößert die Menge des Schlammes.

Der gebrannte Kalk muß möglichst wenig gefärbt sein, beim Brennen blau gewordene Stücke sind zu verwerfen.

Besonders sorgfältig muß man bei der Auswahl der Kalksteine sein, wenn man den Kalk nicht direkt zur Scheidung, sondern zunächst bei der Entzuckerung der Melasse zur Darstellung des Zuckerkalkes verwendet. Hier kommt es darauf an, einen im höchsten Maße reaktionsfähigen Kalk zu haben, eine Eigenschaft, die aber nur der reinste Kalk besitzt.

Die Form, in welcher der Kalk bei der Scheidung verwandt wird, ist verschieden, man löscht ihn eben so häufig mit Wasser zu *Kalkmilch*, als man ihn in trockenem Zustande benutzt. Das erstere kann so geschehen, daß man die für jede Scheidepfanne bestimmte Menge von gebranntem Kalk abwiegt, diesen kurze Zeit vor seiner Verwendung

in einem besonderen Gefäße mit seinem vier- bis fünffachen Gewichte Wasser übergießt, und die nach dem eintretenden Aufwallen entstehende Kalkmilch dann dem Safte zufügt. Obgleich man auf diese Weise die Menge des für jede Scheidung zu verwendenden Kalkes genau bemessen kann, so macht man von diesem Verfahren doch jetzt nicht mehr Gebrauch, weil es zu umständlich und zeitraubend ist. In den meisten Fabriken wird der Kalk in großen Mengen auf einmal gelöscht und dann ein bestimmtes Maß von der Kalkmilch, deren Gehalt als gleichbleibend vorausgesetzt wird, verwandt.

Das zweckmäßigste Verfahren zur Bereitung der Kalkmilch dürfte folgendes sein:

Einen cylindrischen eisernen Behälter füllt man zur Hälfte mit Wasser und hängt, an einer Kette schwebend, einen aus gelochtem Eisenbleche gefertigten Korb so ein, daß er mit seinem oberen Rande den Spiegel des Wassers eben berührt. In diesen Korb wirft man Kalk in groben Stücken ein, wartet ab, bis dieser sich gelöscht hat und als Milch abgeflossen ist, worauf man eine neue Menge von Kalk einträgt u. s. f., bis die dem Fassungsraume des Behälters entsprechende Menge von Kalk gelöscht ist. Man zieht den Korb hervor und überzeugt sich, ob etwa eine größere Menge von Steinen sich darin finde, in welchem Falle man eine entsprechende Menge von Kalk nachzutragen haben würde. Nun setzt man ein durch Maschinenkraft getriebenes Rührwerk in Bewegung und läßt so viel Wasser nachfließen, daß man von je 20 kg verwendeten Kalkes gerade 100 l Kalkmilch erhält.

Während der ganzen Dauer des Verbrauches muß das Rührwerk in beständiger Thätigkeit bleiben, weil nur dadurch eine stete Gleichmäßigkeit der Kalkmilch zu erzielen ist. Unterläßt man dieses, so wird das die Kalkmilch bildende Kalkhydrat sich als Schlamm am Boden ablagern und man erhält, je nachdem der Schlamm sich mehr oder weniger gesetzt hat, eine Milch von der verschiedensten Beschaffenheit. Ist auch ein Arbeiter beauftragt, die Milch häufig aufzurühren, so hat man doch keine Gewißheit, ob dieses regelmäßig erfolgt, während der Gehalt der Kalkmilch sich nicht verändern kann, so lange das Rührwerk in Bewegung bleibt.

Liegt die Scheidestation zu ebener Erde, so kann man das Kalkgefäß leicht so aufstellen, daß die Milch durch eine Röhrenleitung ihr unter starkem Falle frei zufließt. Ist die Scheidestation in einem

höher gelegenen Teile der Fabrik untergebracht so dient eine Pumpe mit Kugelventilen zum Transporte der Kalkmilch. Hat man kein hochgelegenes mit Rührwerk versehenes Vorratsgefäß zur Verfügung, so führt man das Druckrohr der Kalkmilchpumpe über die Kalkgefäße der Scheidung hinweg und bringt an demselben über jedem der letzteren einen Hahn an. Außerdem aber versieht man dieses Druckrohr noch mit einem Sicherheitsventile, von welchem ein Rohr in das Kalkrührwerk zurückführt. Sind dann sämtliche Hähne über den Scheidepfannen geschlossen, so kann die Pumpe doch ruhig im Gange bleiben, da die von derselben geförderte Kalkmilch durch das Sicherheitsventil zurückläuft. Da die Kalkmilch immer gleich bereitet wird, und in 100 l immer 20 kg gebrannten Kalk enthält, so braucht man an der Scheidepfanne nur die dem Kalkbedarfe entsprechende Menge der Flüssigkeit in die oben besprochenen Kalkmeßgefäße laufen zu lassen, um so den Verbrauch zu regeln.

Der Kalkmilch eine größere Konzentration, als die angeführte, zu geben, ist nicht zweckmäßig, da sie sonst zu dickflüssig wird und zu leicht Veranlassung zur Verstopfung der Röhrenleitungen giebt.

Durch den Zusatz der Kalkmilch wird der Saft in nicht unbedeutender Weise verdünnt und es werden dementsprechend die Verdampfungskosten sich erhöhen. Um diesem Übelstande abzuhelfen, hat man beim Löschen des Kalkes, statt reinen Wassers, sich gewisser Flüssigkeiten bedient, welche man beim Betriebe in reichlicher Menge erhält. Solche enthalten kleine Mengen von Zucker, aber oft so wenig, daß man zweifelhaft sein kann, ob sie eine direkte Verarbeitung lohnen oder nicht. Hierher gehören vor allem die letzten Absüßwasser der Filter, da, wo solche noch vorhanden sind, sowie Absüßwasser von der Schlammverarbeitung. Diese Flüssigkeiten enthalten neben dem Zucker viel Nichtzucker, so daß sie, wenn man sie unmittelbar dem Safte zufügte, den Saft nur verunreinigen würden, während sie, wenn sie wieder in die Scheidung genommen werden, von neuem gereinigt und in ihrer Zusammensetzung verbessert werden.

Ein anderes auf Wasserersparnis zielendes Verfahren besteht darin, daß man den Kalk im ungelöschten Zustande dem Safte zufügt, ihn im Safte selbst sich löschen läßt. Die für jede Scheidung bestimmte Menge von Kalk wird zu dem Behufe in einem eisernen Siebkorbe in den, in der Scheidepfanne befindlichen Saft gehängt, worauf das Löschen sofort erfolgt und der Kalk als Milch sich im Safte verteilt,

worauf man nach ganz kurzer Zeit den Siebkorb aus der Flüssigkeit herausziehen kann.

Gegen dieses Verfahren ist der Einwurf erhoben worden, die beim Löschen des Kalkes stattfindende Temperaturerhöhung sei nachteilig für den Zucker, der Zucker werde dadurch verbrannt. Dies ist jedoch durchaus nicht der Fall. Da der Kalk sich in der Flüssigkeit löscht, so wird die freiwerdende Wärme sofort abgeleitet und auf die ganze Flüssigkeit verteilt, wodurch eine Überhitzung des Zuckers nie eintreten kann. Diese Thatsache ist durch praktische Erfahrung vollkommen bestätigt, insofern als viele Fabriken diese Methode mit günstigstem Erfolge verwenden. Wir werden dieselbe später noch besonders besprechen.

7. Ausführung der Scheidung und Saturation.

Die sämtlichen neueren Scheidungsmethoden unterscheiden sich von der früher üblichen Scheidung nach oben, deren Beschreibung wir unterlassen, weil kein Mensch dieselbe mehr anwendet, dadurch, daß bei ihnen sehr viel größere Kalkmengen angewandt werden.

Durch diese Verwendung größerer Mengen von Kalk und durch größere auf die Scheidung gerichtete Aufmerksamkeit ist man zu einem, früher für gänzlich unerreichbar erachteten Ziele gelangt, nämlich dahin: schon durch die Scheidung und nachfolgende Saturation die Säfte so zu reinigen, daß sie der Wirkung der Knochenkohle nicht mehr bedürfen. Halten auch einzelne wenige Fabriken gegenwärtig noch an dem Gebrauche der Knochenkohle fest, so verlassen sich doch die meisten ausschließlich auf die gut ausgeführte Scheidung und betrachten jede Filtration nur als mechanisches Hilfsmittel zur besseren Klärung des Saftes. In gut geleiteten Rohzuckerfabriken kann heute die Verwendung der Knochenkohle als ein überwundener Standpunkt bezeichnet werden.

Mit den größeren in den Saft eingeführten Kalkmengen steigerte sich die Produktion an Schlamm, in gleichem Verhältnis wuchs der Verbrauch an Kohlensäure. Zwei Erfindungen mußten gemacht werden, ehe das neue Verfahren allgemeinere Aufnahme finden konnte, die Filterpresse und der Kalkkohlensäureofen. Die erstere zur Bewältigung der Schlammmassen, die mit den früher vorhandenen Mitteln nicht zu verarbeiten gewesen sein würden, der letztere, um die dem zugesetzten Kalke entsprechenden großen Mengen von Kohlensäure zu liefern.

Die Verwendung großer Mengen von Kalk ist von Rousseau, von Maumené, von Perrier-Possoz, von Jelinek in die Fabrikation eingeführt. Jeder derselben hatte besondere Methoden, die in der Art und Weise des Kalkzusatzes, in der Temperatur, bei welcher der Zusatz gemacht wurde, in der Behandlung mit Kohlensäure, in der Endtemperatur des Saftes verschieden waren. Im Laufe der Zeit hat dieser Fabrikant etwas von der einen Methode angenommen, um es mit einer anderen Methode zu verbinden, jener hat wieder eine andere Verbindung der einzelnen Methoden sich zu eigen gemacht, sodaß gegenwärtig von einem allgemein als mustergültig anerkannten Verfahren kaum die Rede sein kann. Man kann fast sagen, daß jede einzelne Fabrik ihre eigene Methode der Scheidung hat und diese so lange beibehält, bis eine andere ersonnen wird, die Vorteile vor der bisherigen bietet oder zu bieten scheint. Es mögen im folgenden einige Arbeitsweisen beschrieben werden.

a. Die Scheidesaturation: Der in der Scheidesaturationspfanne befindliche Saft wird vor dem Zusatze des Kalkes von einigen nur auf eine Temperatur von 50° C. gebracht, von anderen auf 80° C. erwärmt, worauf man die Kalkmilch in solchen Mengen einfließen läßt, daß auf den Saft von 100 kg verarbeiteten Rüben 2, 3, ja selbst 5 kg Kalk kommt. Die Gesamtmenge des zu verwendenden Kalkes wird entweder auf einmal, oder in mehreren Anteilen zugefügt. Zugleich mit dem Kalkzusatze beginnt man auch Kohlensäure einzuleiten (s. nächstes Kapitel). Die Temperatur wird dann allmählich gesteigert, wobei manche nicht höher als 88 bis 90° gehen, während andere bis zum Kochen erhitzen. Die Saturation wird unterbrochen, sobald der Kalkniederschlag dicht wird und sich leicht von der Flüssigkeit trennt, oder sobald eine in einer Kelle genommene Probe auf der Oberfläche keine Kalkhaut mehr zeigt, wenn man, bei geschlossenem Munde, durch die Nase vorsichtig auf den Saft haucht. Sobald dies eintritt, schickt man den ganzen Saft mit dem Schlamme in die Filterpresse, um hier eine möglichste Entsaftung des Schlammes in einer Operation zu erzielen.

Die höchste Menge von 5 kg Kalk wird wohl nur höchst selten angewandt, es sei denn, daß in der Fabrik die Melasse nach dem Elutionsverfahren aufgearbeitet werde, bei welchem die Gesamtmenge des Zuckers der eigenen nebst fremder Melasse in Form von Zucker-

kalk gewonnen, und hier, in der Scheidung, zu gute gemacht wird, wovon später gehandelt werden wird. In den meisten Fällen bewegt sich die Größe des Kalkzusatzes innerhalb der Grenzen von 2,5 bis 3 Proz. vom Rübengewichte. Aber auch diese Menge ist so groß, daß dadurch nicht allein die Gesamtmenge des Zuckers des Saftes in Zuckerkalk übergeführt wird, sondern noch ein Überschuß von Kalk verbleibt. Leitet man nun Kohlensäure ein, so wird der gelöste Zuckerkalk zersetzt, jedes Kohlensäurebläschen macht eine entsprechende Menge von Zucker frei, welcher sich sofort wieder mit dem noch vorhandenen Kalke verbindet und nach und nach allen Kalk löst. Der gelöste Zuckerkalk setzt sich dann mit Nichtzuckerstoffen um, diese scheiden sich als Schlamm aus und der Überschuß von Kalk wird schließlich in kohlensauren Kalk umgewandelt.

Da hier die Saturation bei Gegenwart der durch den Zuckerkalk aus dem Safte abgeschiedenen Kalkverbindungen erfolgt, und da einige derselben durch Kohlensäure wieder zersetzt werden, so hat man sein besonderes Augenmerk darauf zu richten, daß die Zuleitung der Kohlensäure rechtzeitig unterbrochen werde. Würde man so lange Kohlensäure einleiten, bis kein Zuckerkalk mehr vorhanden ist, so würde man stark gefärbte Säfte erhalten, also die Arbeit der Scheidung zum größten Teile wieder zu nichte machen. Dies geschieht jedoch nicht, so lange noch Zuckerkalk zugegen ist, da der Farbstoff, wenn er durch die Kohlensäure wirklich gelöst werden würde, durch vorhandenen Zuckerkalk sofort wieder ausgefällt wird (s. S. 224).

Zweifellos unrichtig ist es, wenn man bei der Saturation die Temperatur der Flüssigkeit nicht bis zum Siedepunkte steigert. Man begiebt sich dadurch des Vorteils, welcher durch das Kochen zu erreichen ist; man wird bei 90° die Zersetzung des Nichtzuckers nie so weit treiben können, wie dieses beim Kochen möglich ist. Wenn auch die nicht gekochten Säfte hell und wenig gefärbt erscheinen, so ist ihre chemische Reinheit doch nicht die gleiche, wie die der gekochten, und namentlich scheint das Kochen des noch alkalischen Saftes für die spätere Bearbeitung gewisse Vorzüge zu bieten. Außerdem findet beim Kochen eine bedeutende Verdichtung des Schlammes statt, wodurch dessen Entsaftung erleichtert wird.

Als Beispiel dieser Arbeitsweise möge das Verfahren der Fabrik D. dienen:

Der Saft wird auf 94° C. (75° R.) angewärmt, dann der Zustrom des Dampfes gemäßigt und $1^1/_2$ Proz. Kalk als Kalkmilch zugefügt, worauf ein paar Minuten lang Kohlensäure eingeleitet wird. Während dieser Zeit soll der Saft noch nicht zum Kochen kommen. Hierauf wird wieder die gleiche Menge Kalk wie vorher zugefügt und zu Ende saturiert, bis der Saft die oben angegebene Probe zeigt. Nach beendigter Saturation wird aufgekocht und schließlich der Saft vom Schlamme in der Filterpresse getrennt.

b. Die Scheidung mit doppelter Saturation: Bei der soeben beschriebenen Methode liegt eine große Unsicherheit darin, daß der rechte Zeitpunkt für die Beendigung der Saturation schwer zu treffen ist. Wir haben gesehen, daß bei zu reichlicher Anwendung von Kohlensäure wieder Nichtzuckerstoffe in Lösung gehen, ein Vorgang, welchen wir unter der Bezeichnung „Rückscheidung" kennen gelernt haben. Auf der anderen Seite ist es unbedingt nötig, den Kalk so vollständig als möglich aus dem Safte zu entfernen, weil sonst die Reinigung ebenfalls eine unvollkommene ist. Diese Umstände haben die Fabrikanten schon in sehr früher Zeit veranlaßt, die Unregelmäßigkeiten der Scheidesaturation in einer zweiten Saturation zu korrigieren.

Bei dieser, jetzt am häufigsten angewendeten, wiewohl auch mit mannigfachen Modifikationen ausgeführten Methode begnügt man sich zur Beurteilung der genügend fortgeschrittenen Saturation nicht mit den äußerlich wahrnehmbaren Merkmalen: Klärung des Saftes und Hauchprobe, sondern überwacht das Verhalten des Saftes durch chemische Untersuchung, welche leicht und rasch durch Titrieren ausführbar ist. Zu diesem Behufe wird eine Probe des Saftes, sobald man den beabsichtigten Grad der Sättigung erreicht zu haben glaubt, rasch durch Papier filtriert und ein abgemessenes Volumen desselben, nachdem es mit ein paar Tropfen Lackmustinktur oder eines anderen Indikators versetzt ist, so lange aus einer Bürette mit einer Säure von bekanntem Gehalte versetzt, bis der dem Indikator eigentümliche Farbenumschlag eintritt (s. später).

Die Größe des hierzu verbrauchten Volumens der Säure giebt unmittelbar den Grad der Alkalität des Saftes an. Meist saturiert man bei der ersten Operation bis zu einer Kalkalkalität von 0,12 bis 0,14 Proz., während man bei der zweiten Saturation bis auf 0,015 bis 0,02 Proz. heruntergeht. Diese chemische Bestimmung ist

genügend einfach, um sie von einem nur einigermaßen intelligenten Arbeitsburschen ausführen lassen zu können.

Nach einem Beispiele, welches wir der vorigen Auflage dieses Werkes entnehmen, führt die Fabrik W. dieses Verfahren wie folgt aus:

Der auf 80 ° C. (65 ° R.) angewärmte Saft wird mit einer Menge von Kalk, die $1^1/_2$ Proz. des angewandten Rübengewichtes beträgt, versetzt und langsam zum Sieden erhitzt. Das Kochen wird eine halbe Minute lang unterhalten. In den siedenden Saft kommt wieder die gleiche Menge von Kalk wie vorher, erst dann wird Kohlensäure eingeleitet. Ist die Alkalität auf 0,12 bis 0,14 Proz. heruntergegangen, so wird der Saft durch die Filtrierpressen getrieben. Der geklärte Saft, dessen Temperatur auf 75 ° C. (60 ° R.) erhalten wird, wird dann weiter saturiert, bis die Alkalität auf 0,03*) bis 0,05*) Proz. herabgekommen ist. Zur Abscheidung des dabei abgesonderten Schlammes geht der Saft zum zweitenmale durch Filterpressen.

Vergleicht man die beiden Methoden, die mit einfacher und die mit doppelter Saturation, miteinander, so ist es unschwer zu entscheiden, welche die bessere ist. Bei der einfachen Saturation muß mit aller Sorgfalt die rechtzeitige Beendigung der Zuleitung der Kohlensäure beachtet werden. Geschieht dies nicht oder unterläßt man ein längeres Kochen des zuletzt noch Kalk enthaltenden Saftes, so giebt dieses Verfahren schlechte Resultate, wenn ihm auch seiner Einfachheit wegen ein Vorzug gebührt. Bei der doppelten Saturation hingegen hat man den Vorteil, daß eine bei der ersten Saturation begangene Unachtsamkeit bei der zweiten Saturation wieder gut gemacht werden kann und daß man es bei der zweiten Saturation mit einem weit reineren Safte zu thun hat, bei welchem eine Rückscheidung durch Übersaturation nicht leicht eintreten kann.

Wenn auch die Anwendung großer Mengen von Kalk günstig auf die Reinheit der Säfte wirkt, so sollte man doch über ein bestimmtes Maß nicht hinausgehen. Die Verwendung von 5 Proz. des Rübengewichtes an Kalk muß entschieden als eine Vergeudung von Material

*) Diese Alkalitätszahlen Stohmann's sind nicht ganz korrekt, weil nicht mitgeteilt ist, für welchen Indikator sie gelten. Mit Phenolphtalein erhalten, würden dieselben viel zu hoch sein, mit Rosolsäure erhalten, könnten dieselben vielleicht richtig sein. Wir werden diesen Punkt später besonders besprechen.

bezeichnet werden, die nicht allein durch den nutzlos verbrauchten Kalk und dessen Kosten Nachteile bringt, sondern noch eine ganze Reihe von anderen Übelständen im Gefolge hat. Mit dem Überschusse des Kalkes wird die Menge des Schlammes erheblich vermehrt; da aber, trotz der Anwendung der Filterpressen, eine völlige Entsaftung des Schlammes nie zu erreichen steht, so werden die Zuckerverluste größer im Verhältnis der Vermehrung des Schlammes. Der vergrößerte Kalkzusatz bringt einen entsprechenden Mehrverbrauch an Kohlensäure mit sich, steigert also auch hierdurch die Fabrikationskosten. Setzt man den Kalk in Form von Kalkmilch zu, so trägt das Wasser derselben zur Verdünnung des Saftes bei, wodurch wieder Kosten für die Verdampfung verursacht werden. Diese Opfer zu bringen, würde sich empfehlen, wenn man eine bestimmte Entschädigung in der größeren Reinheit des Saftes dafür erhielte. Dies ist jedoch nicht der Fall. Man scheidet mit 2,5 bis 3 Proz. Kalk ebenso vollständig, wie mit 5 Proz., man kann daher jede Verwendung von Kalk, welche über 3 Proz. der verarbeiteten Rübenmenge hinausgeht, nur als eine nicht zu rechtfertigende Verschwendung bezeichnen.

Anderseits lassen sich aber auch allgemein gültige Angaben über die notwendige Menge des Kalkes nicht machen, da die verarbeiteten Rüben nicht gleich sind und je nach ihrer Beschaffenheit wechselnde Mengen von Kalk erfordern. Arbeitet man mit doppelter Saturation, so dürfte es sich in den meisten Fällen empfehlen, in der ersten Saturation mit etwa 2 Proz. Kalk vom Rübengewichte zu beginnen. Erscheint der Saft hell und blank und geht der Schlamm gut durch die Filterpresse, so ist der Kalkzusatz hoch genug und wird man dann in der zweiten Saturation mit einem Zusatze von 0,5 Proz. ausreichen. Tritt aber nach der ersten Saturation keine gute Klärung ein und macht die Arbeit an der Filterpresse Schwierigkeiten, so ist damit ein Anzeichen für eine Vergrößerung des Kalkzusatzes gegeben. Unter allen Umständen ist die Hauptmenge des Kalkes bei der ersten Saturation zu geben und diese muß so bemessen sein, daß der Schlamm seine schmierige Beschaffenheit völlig verliert und durch Beimengung einer genügenden Menge von kohlensaurem Kalk leicht filtrierbar wird.

c. Trennung von Scheidung und Saturation: In neuerer Zeit nimmt man vielfach Scheidung und erste Saturation in gesonderten

Gefäßen vor. In der Scheidepfanne fehlt alsdann das Rohr zur Einleitung der Kohlensäure, dafür ist aber in der Regel ein Rührwerk zum Zwecke der raschen Durchmischung von Kalk und Saft in derselben angebracht.

Die Scheidung wird in diesen Pfannen genau so vorgenommen, wie wir dies oben beschrieben haben, besonders auch werden die Temperaturen des Saftes in oben beschriebener Weise geregelt. Den geschiedenen Saft behandelt man dann in besonderen Gefäßen samt dem Kalkschlamme oder nachdem letzterer durch Filterpressen abgeschieden worden ist, mit Kohlensäure bis zu einer Alkalität von etwa 0,15 Proz., und in einer zweiten Saturation bis zu einer solchen von etwa 0,015 Proz. Soll der Schlammsaft saturiert werden, so stellt man die Scheidepfannen so hoch, daß derselbe frei in die Saturationspfannen ablaufen kann, soll derselbe vor der Saturation durch Filterpressen gehen, so kann man beide Arten von Pfannen in gleicher Höhe aufstellen, weil der Saft in diesem Falle doch durch Saftheber oder Schlammpumpen bewegt werden muß.

Die gesonderte Vornahme der Scheidung dürfte im ersten Augenblicke zwecklos erscheinen, wenn man doch den Schlamm mit in die erste Saturation hinübernimmt; man erreicht durch dieselbe aber doch einen Vorteil, nämlich eine größere Sicherheit im Gange des Betriebes. Es ist eine alte Erfahrung, daß die Schlammpressen sofort versagen, sobald dem geschiedenen Safte Rohsaft beigemischt ist. Der Schlamm, welcher bei regelrechtem Betriebe porös und körnig ist, nimmt dadurch eine schleimige, schmierige Beschaffenheit an und setzt dann dem Durchgange des Saftes großen Widerstand entgegen. Läßt also der die Scheidesaturation bedienende Arbeiter aus Nachlässigkeit oder Bosheit hin und wieder das Ablaßventil der Pfanne auf kurze Zeit offen, während schon Rohsaft in dieselbe einläuft, so kann er den ganzen Betrieb zum Stocken bringen. Durch Trennung der Scheidung von der Saturation schließt man die Möglichkeit derartiger Versehen aus.

Die Arbeitsweise, nach welcher man den geschiedenen, aber nicht saturierten Saft zunächst durch Filterpressen von Schlamm befreit und erst den klaren Saft der Saturation unterwirft, ist s. Z. von Siegert ausgearbeitet worden und hat sich in einzelnen Betrieben Jahrzehnte lang bewährt.

Nach Siegert's Vorschrift (D. R.-P. 16 266) wird der Rübensaft zuerst mit der üblichen Menge von Kalk geschieden, darauf in demselben Gefäße durch Zusatz einer ferneren Menge von ungelöschtem Kalk nochmals erhitzt und dann samt dem sich bildenden Schlamme durch Filterpressen gedrückt. Der nunmehr klare Saft wird in zwei gesonderten Stationen der Saturation unterworfen.

In der ersten Saturation wird derselbe bis zu dem Zeitpunkte mit Kohlensäure behandelt, in welchem ein deutliches, dem Auge sichtbares Abfallen des Schaumes erfolgt. Der so saturierte Saft, samt dem Schlamme, gelangt wieder in Filterpressen und aus denselben klar in die Pfanne der zweiten Saturation, wo durch Einleiten von Kohlensäure eine neue Menge von Kalkschlamm abgesondert wird. Nachdem dieser zum zweitenmale saturierte Saft wiederum Filterpressen passiert hat, ist er so rein und kalkfrei, daß er, ohne über Knochenkohle filtriert zu werden, direkt zur Verdampfung gelangen kann.

Bei der Verarbeitung von durch mangelhafte Aufbewahrung kranken Rüben (Zusatzpatent) wird der Saft zunächst mit 1 Proz. Kalk in Form von Kalkmilch versetzt und nach dem Vermischen kurze Zeit gekocht. Hierauf werden 2 Proz. Kalk dem Safte in derselben Pfanne zugesetzt, gut vermischt, ohne zu kochen. Es wird dann als dritte Ration noch ein viertes Prozent Kalk gegeben, welches mittels eines Korbes in die bereits mit 3 Proz. fertige Scheidung eingebracht, abgelöscht und gut untermischt wird. Bei diesem abgeänderten Verfahren erfolgt die Scheidung auch bei kranken Rüben gleichmäßig gut und liefert in der Filterpresse trockenen und festen Schlamm.

Das Wesentliche bei dieser Methode ist die Verwendung großer Mengen Kalk und die Vornahme der ersten Saturation am schlammfreien Safte. Die Vorschrift über die Verwendung des Kalkes in verschiedenen Formen und Portionen ist ein Beiwerk, welches früher als sehr wesentlich betrachtet wurde, aber für Zweck und Erfolg der Scheidung ganz gleichgiltig ist.

In früheren Jahren wurden vielfach neue Kalkscheideverfahren erfunden, die das Thema des portionsweisen Zusatzes von Kalk nach den verschiedensten Richtungen variierten. Von allen diesen Verfahrungsweisen ist allein übrig geblieben, daß die Hauptmenge desselben bei der Scheidung und $^1/_3$ bis $^1/_2$ Proz. der Rüben in der Saturation zugesetzt wird.

d. Trockenkalkscheidung*): Wie schon S. 258 erwähnt, wird der Kalk in manchen Fabriken mit Wasser zu Milch gelöscht, in anderen dem Safte in gebrannten Stücken zugesetzt. Nach Zabel's Jahrbuch arbeiteten in der Kampagne 1897/98

mit Kalkmilch	199
mit Trockenkalk	183
mit Kalkmilch und Trockenkalk gleichzeitig	2
keine Angaben über die Art der Kalkverwendung machten	19
die Anzahl der im Betriebe befindlichen Fabriken war .	403

Die Trockenkalkscheidung, die zum erstenmale vor mehr als 30 Jahren versucht wurde, hat sich demnach im Laufe der Zeit fast die Hälfte aller deutschen Fabriken erobert und wird sich, der großen Vorteile wegen, welche sie bietet und welche wir oben schon angeführt haben, wahrscheinlich immer weiter ausbreiten.

Die Einrichtungen für diese Scheidemethode sind in den Fabriken verschieden, bei der Handhabung derselben sind jedoch zwei Punkte stets im Auge zu behalten, wenn die Arbeit gelingen soll, nämlich: Erwärmung des Rohsaftes vor Zusatz des Kalkes auf etwa 85° C. und kräftiges Umrühren während der Scheidung.

Verfasser hat jahrelang vorteilhaft mit folgender Einrichtung und in folgender Weise gearbeitet: In der Scheidepfanne wird etwa 30 cm über dem Boden ein Siebboden angebracht, unter welchem man den Dampf durch eine große Düse (s. S. 243) einlassen kann. Der Dampf wird angestellt, sobald der einlaufende Rohsaft die Düse bedeckt; ist die Temperatur von 85° C. erreicht, so wird der gebrannte Kalk, den man in Körben abgewogen vorrätig hält, durch die Klappe der Pfanne eingeworfen; dann wird der Saft weiter erhitzt bis das Thermometer (Thalpotasimeter) 95—100° zeigt und der Saft durchschlägt, d. h. den Schaum durchbricht. Die Scheidung ist damit beendet.

In diesem Falle wirkt die Düse als kräftiges Rührwerk.

Eine Einrichtung, die sehr empfehlenswert ist, fand Verfasser in einer neueren Fabrik der Provinz Posen: Der oben erwähnte Siebboden befindet sich nicht 30 cm über dem Boden, sondern etwa 50 cm unter dem Rande der Scheidepfanne. In dem Raume unter dem Siebboden dreht sich an horizontaler Welle ein Rührwerk.

*) S. auch Rümpler, Nichtzuckerstoffe, S. 454 ff.

Ist die für eine Scheidung nötige Menge Saft in die Pfanne eingelassen, so liegt der Siebboden 10—20 cm unter der Oberfläche der Flüssigkeit; der gebrannte Kalk, welchen man auf denselben legt, wird daher sofort gelöscht. Ein Arbeiter befördert diesen Vorgang durch Rühren mit einer leichten Krücke.

Bei dieser Einrichtung hat man selbstverständlich nicht nötig, mit direktem Dampfe anzuwärmen, wenn man mit dem Rohsaftvorwärmer so eingerichtet ist, daß in demselben die vorschriftsmäßige Temperatur unter allen Umständen erreicht wird; da man in diesem Falle den Saft nicht mit dem aus dem Dampfe sich kondensierenden Wasser vermischt, erspart man Kohlen. Ein weiterer Vorteil dieser Einrichtung liegt darin, daß man die auf dem Siebboden etwa zurückgebliebenen Steine nach jeder Operation entfernen kann, was bei der vorher beschriebenen nicht möglich ist.

Andere Fabriken füllen den gebrannten Kalk in eiserne Körbe, welche an Ketten, die über Rollen laufen, im Safte auf und nieder bewegt werden oder, besser, durch eine sich drehende vertikale Welle an Armen im Safte im Kreise herumgezogen werden.

Schließlich soll noch die v. Ehrenstein'sche Kalkmehlscheidung erwähnt werden. Dieselbe besteht, wie schon der Name besagt, darin, daß der gebrannte Kalk auf einer Mühle in Mehl verwandelt und so dem Safte, der durch ein Rührwerk in Bewegung gehalten wird, zugesetzt wird. Dieselbe ist, theoretisch betrachtet, die beste Methode der Trockenscheidung, weil bei ihr eine Überhitzung des Saftes unter allen Umständen ausgeschlossen ist, während eine solche, trotz der dem widersprechenden Herzfeld'schen Untersuchungen, im Innern großer Kalkstücke doch vielleicht eintreten könnte. Sie bietet auch den Vorteil, daß man die Menge des zuzusetzenden Kalkes nicht abzuwägen braucht, sondern dieselbe ohne all zu großen Fehler durch Abmessen bestimmen kann. Ein Hindernis für die allgemeine Einführung dieser Methode bildet derzeit noch die kostspielige und unangenehme Arbeit der Herstellung des Kalkmehles.

e. Die Schwefelei des Dünnsaftes: In Fabriken, deren Landwirte den Rübenbau sehr sorgfältig betreiben, die also stets reife, gut geerntete und gut aufbewahrte Rüben zu verarbeiten bekommen, sind Kalk und Kohlensäure zur Reinigung der Säfte meist ausreichend; in denselben wird, wenn nur sonst sachgemäß und sorg-

fältig gearbeitet wird, eben so heller und eben so schön krystallisirter Zucker erhalten, als man sonst bei Anwendung von Knochenkohle erhielt. Wo dies aber nicht der Fall ist, wo die Rüben zu stark mit Chilisalpeter, Jauche oder Latrine gedüngt werden, wo faule oder sonst alterierte Rüben angeliefert werden, genügt die Saturation mit Kohlensäure nicht; da wird man mit derselben stets Säfte erhalten, die reich an Kalksalzen sind, schmierige Füllmassen und daraus schlechten Zucker geben.

Das jetzt allgemein verbreitete Mittel zur weiteren Reinigung solcher Säfte ist die schwefelige Säure, die man da, wo sie einmal eingeführt ist, in der Regel auch bei besseren Rüben verwendet. Der Schwefelei unterwirft man die Säfte stets zu allerletzt, meistens, indem man auf zwei Kohlensäuresaturationen noch eine dritte mit schwefliger Säure folgen läßt: Der Saft wird zuerst mit $2^1/_4$ bis $2^1/_2$ Proz. Ätzkalk vom Gewichte der Rüben versetzt und saturiert, bis noch 0,14 Proz. Kalk gelöst ist. Nach der Absonderung des Schlammes wird zum zweitenmale Kalk, in einer Menge von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Proz. vom Rübengewichte, zugefügt und nun mit Kohlensäure auf 0,03 bis 0,06 Proz. Kalk saturiert. Der Saft mit dem Schlamme geht durch eine zweite Filterpresse und wird zum drittenmale, ohne weiteren Kalkzusatz, mit schwefeliger Säure oder einem Gemische derselben mit Kohlensäure saturiert, bis die Alkalität nur noch 0,015 bis 0,02 Proz. Kalk beträgt.

In der Zuckerfabrik L. ist nachstehende Arbeitsweise eingeführt:

Der Saft fließt mit einer Temperatur von 90° C. aus dem Kalorisator in die Scheidepfanne, wird mit 3—3,5 Proz. Kalk (auf Rübengewicht bezogen) versetzt und bis auf eine Alkalität von 0,14 bis 0,16 Proz. Kalk auf 100 Teile Saft ausfaturiert, worauf der Schlamm in Filterpressen abgesondert wird. Der klare Saft fließt mit einer Wärme von 80° C. in die zweite Saturation, wird nach Zusatz von 0,3 bis 0,5 Proz. Kalk (vom Rübengewichte) bis auf eine Alkalität von 0,06 bis 0,08 Proz. Kalk saturiert, gründlich aufgekocht und wieder durch Filterpressen getrieben. Der von den Filterpressen kommende, ganz klare Saft wird mit schwefeliger Säure auf eine Alkalität von 0,01 Proz. Kalk gebracht und endlich durch Kies filtriert.

Dieselbe Fabrik hat neuerdings eine empfehlenswerte Abänderung des Verfahrens eingeführt. Die erste und zweite Saturation erfolgt

wie beschrieben, die dritte wird aber erst vorgenommen, nachdem der Saft durch den Verdampfapparat gegangen ist. Derselbe wird dann von neuem mit einer geringen Menge von Kalk versetzt und durch Einleiten von Kohlensäure und schwefeliger Säure so weit ausfaturiert, bis der Dicksaft nur noch einen Kalkgehalt von 0,01 Proz. hat.

Häufig wird nämlich die schwefelige Säure nicht unverdünnt angewendet, weil man Ansäuerung des Saftes und daraus folgende Inversion des Zuckers fürchtet. Man verdünnt sie, indem man sie mit Kohlensäure zusammen einströmen läßt.

Die schwefelige Säure ist ein Gas, welches beim Verbrennen des Schwefels entsteht; dieselbe wird seit einigen Jahren als Nebenprodukt vom Rösten der Zinkerze gewonnen und ist, sehr rein und wasserfrei, zu einer Flüssigkeit komprimiert in eisernen Cylindern (sogen. Bomben) im Handel erhältlich.

Billiger ist es, dieselbe durch Verbrennen von Schwefel in besonderen Öfen darzustellen, wie dies im folgenden Kapitel gezeigt werden soll.

f. Continuierliche Scheidung und Saturation: In der letzten Auflage dieses Werkes spricht sich Stohmann über diese Arbeitsweise wie folgt aus:

„Von allen Arbeiten der Zuckerfabrikation erfordert vielleicht die Scheidung und Saturation die größte Aufmerksamkeit und die sorgfältigste Überwachung, da der günstige Erfolg der ganzen Fabrikation zum größten Teile von ihrer richtigen Ausführung bedingt ist. Man hat nun in neuerer Zeit versucht, diese Arbeit zu einer rein mechanischen zu machen, indem man den mit Kalk versetzten Saft in ununterbrochenem Strome in entsprechenden Apparaten dem Kohlensäurestrome entgegengeführt hat. Als besonderer Vorzug dieses Verfahrens ist eine bedeutende, angeblich bis zu 30 Proz. gehende Ersparung an Kohlensäure hervorgehoben worden. Wenn auch nicht zu leugnen ist, daß ein Teil der Kohlensäure bei der auf alte Weise ausgeführten Saturation verloren geht, weil die Zeitdauer der Berührung des gekalkten Saftes und der Kohlensäure, namentlich bei sehr starkem Gasstrome, eine allzu kurze ist, so ist es doch sehr fraglich, ob dieser Verlust die angegebene Höhe erreicht. Jedenfalls hat man es in seiner Hand, die Berührung des Saftes und des Gases durch passende Verteilungsvorrichtungen zu einer so innigen zu machen, daß die Verluste

an Gas ganz wesentlich niedriger, als jene Zahl sie ausdrückt, werden. Würde man nun auch wirklich durch Anwendung der neuen Apparate bedeutend weniger an Kohlensäure gebrauchen, so würde damit im Fabrikbetriebe nur dann eine Ersparung gemacht werden können, wenn man zu gleicher Zeit die Größe der Kohlensäureerzeugung verringern könnte. Letzteres ist jedoch nicht möglich, denn die Produktion der Kohlensäure geht immer mit der Kalkbrennerei Hand in Hand und letztere hat sich nach dem Kalkbedarfe zu richten. Soviel Kalk man brennt, soviel Kohlensäure erhält man, ja es wird stets mehr Kohlensäure gewonnen, als zur Sättigung des Kalkes erforderlich ist, da im Kalkofen zu der aus dem Kalksteine entstammenden Kohlensäure noch die Gesamtmenge derselben, welche durch das Verbrennen des Heizmaterials gebildet wird, hinzukommt. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß in der Saturation nicht einmal die Gesamtmenge des eingeführten Kalkes durch Kohlensäure gesättigt zu werden braucht, indem ein großer Teil desselben bei der Scheidung von den Saftbestandteilen gebunden wird. Unter allen Umständen hat man daher, bei Vorhandensein eines richtig beschaffenen Kalkofens, mehr Kohlensäure zur Verfügung, als dem Bedarfe entspricht und man würde, wenn bei den neueren Verfahren wirklich eine soviel bessere Nutzung derselben eintreten sollte, den verbleibenden Überschuß einfach in die Luft blasen müssen. Eine Ersparung ist daher nicht zu machen."

Eine kontinuierliche Scheidung hält auch der Verfasser dieser Auflage nicht für rationell, weil dabei die Kontrolle der Kalkzugabe noch schwieriger wird, als sie jetzt schon ist, die kontinuierliche Saturation aber hat sich, und zwar ohne Benutzung der von Stohmann angeführten fünf Patente, schon in verschiedenen Fabriken bewährt. Verfasser hat dieselbe für die zweite Saturation in unserer größten deutschen Fabrik, Culmsee, schon vor fast 15 Jahren, und im letzten Jahre wieder, in regelrechtem Betriebe gesehen. In einer der neuesten Fabriken ist dieselbe sogar für beide Kohlensäuresaturationen eingeführt; die Scheidung muß im letzten Falle selbstverständlich in besonderen Gefäßen vorgenommen werden.

Die Einrichtung für diese Arbeitsmethode ist sehr einfach; drei Saturationspfannen, welche in einer Reihe stehen, werden so mit einander verbunden, daß der Saft aus der einen in die andere durch Rohre übersteigen kann. Aus der dritten Pfanne saugt die Schlamm-

pumpe, Saftheber sind hierbei nicht zu brauchen, aber nicht am Boden, sondern etwa in der halben Höhe einer der Seitenwände. Jede der Pfannen ist mit einem Hahn zur Entnahme von Proben, einem Wasserstande, an dem man den Stand des Saftes beobachten kann und, für den Betriebsschluß, mit einem am Boden befindlichen Ventile versehen, durch welches man dieselbe direkt zur Pumpe entleeren kann. Die Kohlensäureventile hält man fortwährend offen, so lange der Saft strömt, und reguliert sie so, daß eine von Zeit zu Zeit aus dem dritten Gefäße entnommene Probe bei der Untersuchung stets die gewünschte Alkalität ergiebt.

Eine Ersparnis an Kohlensäure findet bei dieser Arbeitsweise nicht statt; eine solche hätte auch gar keinen Zweck, wie schon oben ausgeführt wurde. Der Vorteil derselben liegt darin, daß der die Saturation bedienende Arbeiter fast nichts weiter zu thun hat, als sich um die Qualität des Saftes zu bekümmern, d. h. Alkalitätsbestimmungen zu machen, und daß man also, wenn derselbe einigermaßen zuverlässig ist, stets gleichmäßig saturierte Säfte erhält.

8. Die Alkalität der Säfte.

Auf den vorhergehenden Seiten ist vielfach von der Alkalität der Säfte die Rede gewesen. Obgleich in diesem Werke für die beim Zuckerfabriksbetriebe gebräuchlichen chemischen Untersuchungsmethoden kein Platz vorgesehen ist, ist die Alkalität der Säfte für das Gelingen der ganzen Arbeit doch von so hervorragender Wichtigkeit, daß wir einige allgemeine Erörterungen über dieselbe nicht umgehen können.

Lösungen von Kali, Natron, Kalk oder einer anderen löslichen Base in Wasser verändern die Farbe mancher Farbstoffe, der sogen. Indikatoren. So wird rotes Lackmuspapier durch dieselben blau, eine farblose Lösung von Phenolphtaleïn rot, eine blaue Lösung des Kongofarbstoffes ebenfalls rot, Rosolsäure blaurot, Pararosolsäure rot; man sagt dann, die Lösung reagiert alkalisch. Im Gegensatze hierzu reagiert eine Lösung sauer, wenn sie die blaue Farbe des Lackmus oder die der Rosolsäure in rot, die rote der Pararosolsäure in gelb und die des Kongorots in blau verwandelt, die rote Färbung der alkalischen Phenolphtaleïnlösung aber entfärbt. Versetzt man eine Kalklösung mit verdünnter Schwefelsäure, so behält dieselbe ihre Farbe,

so lange noch ein Überschuß von Kalk vorhanden ist, ändert dieselbe aber sofort, sobald die Säure, wenn auch in unendlich kleiner Menge, vorherrscht. An diesem Farbenumschlag erkennt man, daß der Kalk genau durch die Säure gesättigt ist.

Kennt man nun den Gehalt einer (selbstverständlich stark verdünnten) Schwefelsäure, so kann man aus der bis zum Eintritt des Farbenumschlages verbrauchten Menge derselben den durch dieselbe gesättigten Kalk berechnen. In der Praxis unterwirft man bei jeder Probe 10 cc Saft der Titration und verwendet dazu Schwefelsäure, welche 4 gr Schwefelsäureanhydrid im Liter enthält, von der also jedes Kubikcentimeter 0,0028 gr Kalk sättigt oder solche, welche 1,43 gr SO_3 im Liter enthält und von der daher jedes cc 0,001 gr CaO sättigt oder, bei Anwendung von 10 cc Saft, 0,01 % CaO entspricht.

Wie wir aber oben gesehen haben, giebt es außer Kalk noch viele andere Basen, ja selbst viele Salze sind bekannt, die alkalisch reagieren, also bei dieser Untersuchungsmethode als Kalk erscheinen; wenn wir daher oben vom Kalkgehalte der Säfte sprachen, so ist das nicht wörtlich zu nehmen; es giebt sehr viele Säfte, und das sind gerade die reinsten, welche bei der Titration Alkalität zeigen und dabei keine Spur von Kalk enthalten, andere, geringwertige, zeigen oft eine sehr niedrige Alkalität, dabei aber einen hohen Gehalt von Kalk. Der Bequemlichkeit und Vergleichbarkeit der Zahlen wegen berechnet man in der Praxis die Alkalität als Kalkalkalität, muß sich aber stets vor Augen halten, daß dies im Grunde genommen nicht richtig ist.

Was die Indikatoren anlangt, so ist es durchaus nicht gleichgiltig, welche derselben man benutzt, da man mit jedem derselben andere Resultate erhält. Alle Indikatoren sind Stoffe sauren Charakters, deren Alkali- und Erdsalze anders gefärbt sind als sie selbst. Sie geben demnach den Farbenumschlag je nachdem sie durch stärkere Säuren aus ihren Salzen frei gemacht werden. Je schwächere Säuren sie demnach sind, durch desto schwächere Säuren wird der Farbenumschlag hervorgerufen. So wird eine alkalische (rote) Phenolphtaleïnlösung schon durch Kohlensäure entfärbt, die rote Farbe der Rosolsäure aber erst durch viel stärkere Säuren in Gelb verwandelt und noch stärkere Säuren braucht das Kongorot. Daher kommt es, daß man mit dem zuerst genannten Indikator z. B. 0,014 Proz. Alkalität in demselben Safte findet, der mit Rosolsäure 0,03 Proz. giebt. Jeder Fabrikant muß dies wissen,

da er sonst leicht übele Erfahrungen mit seinen Säften machen kann. Eine Alkalität von 0,015 Proz. mit Phenolphtaleïn ist z. B. für fertig saturierten Dünnsaft (S. 262) normal, Saft, der dieselbe Alkalität bei Anwendung von Rosolsäure zeigt, kann schon phenolphtaleïnsauer sein und zur Zersetzung (Invertbildung) neigen. Umgekehrt würde eine Alkalität von 0,03—0,05 Proz. im fertigen Safte, mit Phenolphtaleïn bestimmt, viel zu hoch sein; ein solcher Saft ist nicht genügend gereinigt und läßt das später durch Störungen beim Verkochen meist deutlich merken.

9. Elektrische Scheidung.

Wie die Verwendung elektrischer Ströme in so vielen Gewerben die glänzendsten Erfolge aufzuweisen hat, so hat man mehrfach geglaubt, auch in der Zuckerfabrikation von derselben Nutzen ziehen zu können, so haben Behm, Dammeyer und Schallmeyer ein Reichspatent erhalten, nach welchem ihnen die Reinigung der Säfte durch den elektrischen Strom gesichert wird. Nach diesem Verfahren soll der Diffusionssaft bei einer Temperatur von 72 bis 75° C. einem Strome von 40 bis 50 Ampère und 6 bis 8 Volt während 8 bis 9 Minuten, unter Verwendung von aus Zink gefertigten Elektroden, ausgesetzt werden. Der Erfolg soll darin bestehen, daß die Säfte, in welchen durch den elektrischen Strom ein flockiger Niederschlag abgeschieden wird, nur 0,5 bis 1 Proz. Kalk zur Scheidung bedürfen, ferner sollen die erhaltenen Produkte von viel hellerer Farbe sein, als die bei gewöhnlicher Scheidung erhaltenen.

Das Verfahren ist von Bersch einer Prüfung unterzogen worden. Unbegreiflicher Weise ist hierzu jedoch ein Material verwandt, welches zum größten Teile aus in Fäulnis übergegangenen Rüben bestand. Es ist daher fraglich, ob die gezogenen Schlußfolgerungen auch für gewöhnliche, frischen Rüben entstammenden Säfte Geltung haben.

Die aus diesen Versuchen gezogenen Schlüsse lauten:

1. Der elektrische Strom bewirkt eine Erhöhung des Reinheitsquotienten der Rübensäfte.

2. Durch die Elektrisierung werden bedeutende Mengen von Stickstoffsubstanzen abgeschieden.

3. Bei Anwendung von Zinkelektroden geht Zink in Lösung. Der elektrisierte Saft reagiert stark alkalisch.

4. Die Fähigkeit des Saftes, Kupferlösungen zu reduzieren, erfährt bei der Elektrisierung bei Anwendung von Zinkelektroden keine Steigerung.

5. Die reinigende Wirkung des elektrischen Stromes wird bedeutend erhöht, wenn derselbe auf Säfte wirkt, aus welchen vorher durch Erwärmung auf 75° C. und darauf folgende Filtration ein Teil der Nichtzuckerstoffe abgeschieden wurde.

6. Zinkverbindungen bewirken nur eine ganz unbedeutende Reinigung des Saftes.

7. Elektrisierte Säfte bedürfen zur Scheidung weniger Kalk als solche, welche dem elektrischen Strome nicht ausgesetzt gewesen sind.

8. Der elektrische Strom wirkt derart verändernd auf den Farbstoff der Säfte ein, daß die erzielten Dünnsäfte weniger gefärbt sind, als die durch ausschließliche Kalkscheidung gewonnenen.

Wenn auch hiernach eine Verbesserung der in Arbeit genommenen sehr schlechten Säfte durch den elektrischen Strom erzielt worden ist, so knüpft Bersch doch folgende, sehr berechtigte Einwendungen an das Verfahren, indem er sagt: Ob jedoch die Vorteile dieser elektrischen Behandlung des Saftes, welche doch nur in einer geringen Ersparnis an Kalk, hellerem Ausfalle der Produkte und möglicherweise auch in einer, um ein Geringeres höheren Ausbeute bestehen können, nicht durch die Mehrkosten derselben verschlungen werden, müssen erst Versuche in der Praxis lehren. Denn es sind nicht nur die Anschaffungskosten der Reinigungsanlage und der entsprechend starken Dynamomaschine zu rechnen, sondern es ist auch zu bedenken, daß sich der Dampfverbrauch in der Fabrik durch den Betrieb der Dynamomaschine erhöhen muß. Derselbe ist durchaus nicht gering zu veranschlagen. Überdies muß auch erst die Zukunft lehren, ob man im stande sein wird, die gewaltige Menge von Saft, welche die Fabrik täglich zu verarbeiten hat, glatt der elektrischen Behandlung zu unterziehen, ohne daß unliebsame Zwischenfälle, welche den ganzen Betrieb zum Stillstande bringen könnten, eintreten werden. Insbesondere dürften die großen Mengen zähen Schaumes, welche bei der Elektrisierung des Saftes entstehen, große Schwierigkeiten verursachen.

Ob die in neuester Zeit wieder aufgenommenen Versuche der elektrischen Saftreinigung nach Say-Gramme (mit Blei-Elektroden?) ein besseres Resultat ergeben haben, ist dem Verfasser nicht bekannt geworden.

10. Die Filterpresse.

Bei der alten Methode der Scheidung nach oben suchte man darauf hinzuarbeiten, einen möglichst dichten Schlamm zu erhalten, unter dem der klare Saft durch ein am Boden der Scheidepfanne befindliches Ventil weggezogen wurde. Da der Schlamm aber noch eine Menge von Saft enthielt, so mußte man suchen, diesen, soweit es thunlich war, zu gewinnen. Der Schlamm wurde zu diesem Behufe in leinene Beutelfilter gebracht, worin man ihn, soweit es anging, abtropfen ließ, um dann die Beutel samt ihrem Inhalte unter eine Presse zu bringen. Das Abtropfen in den Beuteln erfolgte höchst langsam und unvollkommen, das Abpressen verursachte Schwierigkeiten aller Art, die ganze Schlammarbeit war unvollkommen in jeder Beziehung und gab zu reichlichen Saft- und Zuckerverlusten Veranlassung.

Diese Sachlage hat sich völlig geändert, seitdem die Filterpresse in die Zuckerfabrikation eingeführt worden ist. Mittelst dieses Werkzeuges gelingt es mit größter Leichtigkeit, den Saft von dem Schlamme zu trennen und die geringe Menge von Saft, welche noch in dem dichten, festen, fast trocken erscheinenden Schlammkuchen verbleibt, durch eine auf einfache Weise in der Presse selbst auszuführende Auswaschung zu gewinnen. Und während man früher den Saft durch Klärung von dem Schlamme zu trennen suchte, so bringt man gegenwärtig die Gesamtmenge des Saftes mit dem Schlamme in die Presse. Dabei verläuft die Arbeit auf reinliche Weise und die Zuckerverluste sind, nachdem die Presse ihre jetzige Vollkommenheit erlangt hat, auf das geringe Maß herabgebracht. Bei der früheren Scheidung ging das Streben dahin, möglichst wenig Schlamm zu erzeugen, jetzt braucht man in dieser Hinsicht nicht ängstlich zu sein, sondern kann ohne Rücksicht auf die Schlammmenge dasjenige Scheideverfahren wählen, welches die reinsten Säfte ergiebt. Die Arbeit mit großen Mengen von Kalk ist erst durch die Filterpresse möglich geworden.

Die Filterpresse ist ursprünglich für einen ganz anderen Zweck, als den der Zuckerfabrikation konstruiert worden. Es war im Jahre 1828, als Needham ein englisches Patent für einen Apparat nahm, der in allen wesentlichen Teilen unserer heutigen Filterpresse entspricht. Dieser war dazu bestimmt, die geschlämmten Thonmassen der Porzellanfabriken auf rasche Weise von dem in ihnen enthaltenen Wasser so weit zu befreien, daß eine feste, verarbeitungsfähige Masse zurückbleibt.

Mit einigen Abänderungen versehen, kam Needham's Apparat als Zuckerschlammpresse im Jahre 1862 auf die Weltausstellung zu London, wo sie erst als nützliches Werkzeug erkannt wurde. Seitdem ist ihr der Weg gebahnt gewesen, so daß es seit Jahren keine Zuckerfabrik giebt, in der sie nicht zu finden wäre. Ihre Konstruktion hat manche Verbesserung erfahren, so durch Dalek, Trinks, Riedel & Kemnitz (jetzt Halle'sche Maschinenfabrik und Eisengießerei), Kroog, Dehne u. a. Letzterem kommt das Verdienst zu, die Presse mit Einrichtungen versehen zu haben, durch welche das Auswaschen der darin enthaltenen Schlammmassen ermöglicht wird. Nachdem die Filterpresse in der Zuckerfabrikation sich bewährt hat, ist sie in viele andere Gewerbsbetriebe übergegangen und man macht gegenwärtig überall von derselben Gebrauch, wo es sich darum handelt, Flüssigkeiten von darin verteilten festen Stoffen zu trennen.

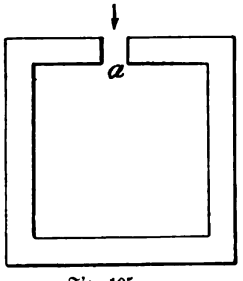


Fig. 105.
Schematische Darstellung eines Filterpreßrahmens.

Da die Konstruktion der Filterpressen Anfängern meist schwer verständlich ist, wollen wir zunächst versuchen, das Wesen derselben möglichst einfach darzulegen:

Denken wir uns einen eisernen Rahmen, Fig. 105, mit starker Leinwand überzogen und mit einer Eintrittsöffnung *a* versehen, so haben wir den filtrierenden Teil einer Filterpresse; von Schlammsaft, welcher durch die Öffnung *a* eintritt, wird der Schlamm im Inneren des Kastens bleiben, der filtrierte Saft aber durch die Leinwand nach außen entweichen. Legt man auf einem passenden Untergestelle viele solche Filterelemente mit der flachen Seite nebeneinander, zwischen je zwei derselben ähnliche Rahmen, Fig. 106, mit Auslauföffnungen *b* und schraubt die ganze Reihe zusammen, so hat man die schematische Darstellung der ganzen Filterpresse, Fig. 107; die Rahmen *A* derselben dienen zur Aufnahme des Schlammes, die Ramen *B* für den Ablauf des Saftes.

Ihren verschiedenen Zwecken entsprechend haben diese beiden Arten von Rahmen, wie wir später sehen werden, eine verschiedenartige Konstruktion erhalten und werden auch verschieden benannt. Die für die Schlammaufnahme bestimmten Hohlrahmen haben ihren Namen „Rahmen" behalten, die Rahmen *B* nennt man „Filterplatten".

Aus dieser Darstellung ergiebt sich von selbst, daß man den Hohlräumen *A* den Schlammsaft aus einem gemeinschaftlichen Rohre zuführt. Bei den ältesten Konstruktionen waren in die Einlauföffnungen *a* Rohre mit Hähnen eingeschraubt, welche durch Gummischläuche mit Stutzen verbunden waren, die sich von einem weiten Zuführungsrohre abzweigten. Bei den neueren Konstruktionen liegt das Zuführungsrohr innerhalb der Presse, und zwar entsteht dasselbe erst beim Zusammenschrauben dadurch, daß sich Löcher, welche in den einzelnen Teilen derselben angebracht sind, von selbst zu einem Kanale zusammenfügen.

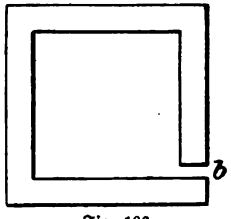


Fig. 106.

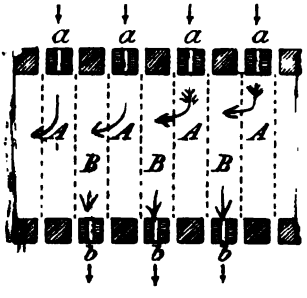


Fig. 107.
Schematische Darstellung einer Filterpresse.

Diese allen Konstruktionen zu Grunde liegende Idee, die auf die mannigfaltigste Weise konstruktiv durchgeführt worden ist, hat erst der Filterpresse ihre jetzige handliche Gestalt gegeben.

Wir werden nunmehr dazu übergehen, die verschiedenen Arten derselben zu besprechen, wobei mir sehen werden, daß bei den einfachsten derselben die eigentlichen Rahmen ganz verschwinden und als Filterelemente nur die Filterplatten übrig bleiben, welche zusammengelegt „Kammern" für die Aufnahme des Schlammes bilden.

1. Die Filterpresse mit centraler Schlammzuführung ist eine solche „Kammerpresse". Diese ist in Fig. 108 in perspektivischer Ansicht und in Fig. 109 von der Seite gesehen und teilweise durchschnitten dargestellt. In den Konstruktionen von Fig. 108 und Fig. 109 kommen einige Unterschiede in den den Schluß der Presse bewirkenden Einrichtungen vor, die unten ihre Erklärung finden.

Die Presse ruht auf vier eisernen Säulen *A A*, die durch die beiden starken Längenstücke *B B*, das Endstück *C* und durch das Widerlager *D* verbunden sind. Zwischen dem festen Widerlager *D* und dem, auf den Trägern *B* verschiebbaren Kopfstücke *E* befinden sich die Filterkammern *a*. Diese werden gebildet, indem eine Anzahl von Rahmen *F* (Fig. 108), von denen jeder zwei Hälften von zwei benachbarten

Kammern darstellt, mittels der Knaggen *b* an den Trägern *B* aufgehängt und durch Anpressen des Kopfstücks *E* fest zusammengehalten werden. Dies geschieht dadurch, daß das eine Ende der beiden Träger *B* mit einem Schraubengange versehen ist, auf welchem die Schraubenmutter *G* sich dreht, während die Enden der beiden Muttern sich an beiden Seiten gegen die Fläche des Kopfstückes *E* legen. Werden diese Schraubenmuttern angezogen, so schieben sie das Kopfstück zur Seite, pressen es gegen die Rahmen und halten diese unverrückbar in ihrer Lage. Die Bewegung der Muttern erfolgt in Fig. 108 durch

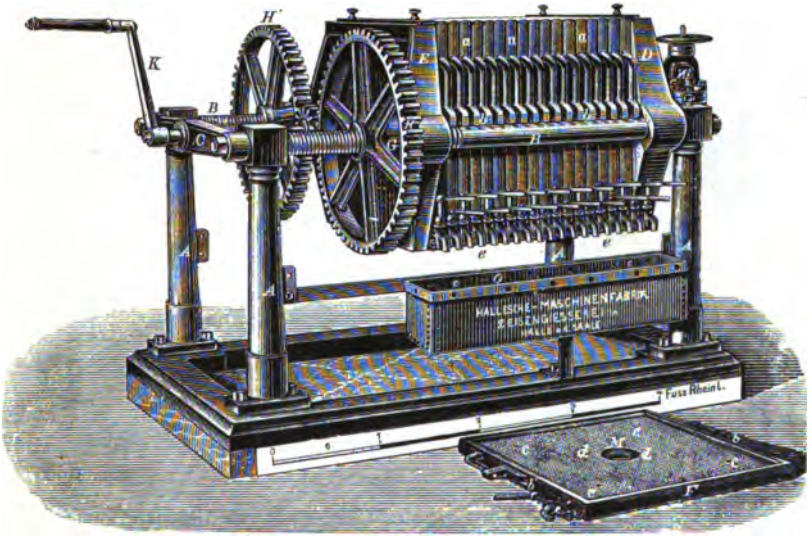


Fig. 108. Kammerfilterpresse mit centraler Schlammzuführung, Ansicht.

zwei an ihnen befestigte Zahnräder *H H'*, in welche das zwischen beiden befindliche Zahnrad *J* eingreift. Letzteres sitzt auf einer Spindel, die durch die Mitte des Verbindungsstückes *C* geht, und durch die Kurbel *K* gedreht werden kann. Wird diese Kurbel in Umdrehung versetzt, so drehen sich die beiden Zahnräder *H H'* nach derselben Richtung und laufen auf dem Gewinde gleichmäßig vor- oder rückwärts.

In Fig. 109 sind die Schraubenmuttern *G* mit Kopfstücken *L* versehen, in welchen schlitzförmige Vertiefungen angebracht sind. In letztere setzt man das Ende einer als Hebel dienenden Eisenstange und bewirkt durch diese die Umdrehung.

Die Rahmen (Filterplatten) *F* beſtehen aus einer an beiden Seiten kannelierten Platte, deren Kannelierungen ſo verlaufen, daß der in ſie eindringende Saft nach unten abfließt. Die beiderſeitigen Kannelierungen ſind jede mit einem gelochten Bleche *d* bedeckt und dieſe ſogen. Filterpreßbleche werden durch je vier Schrauben *c* in ihrer Lage erhalten. Die Bleche ſind in der Mitte mit einem weiten kreisförmigen Ausſchnitte verſehen, mit welchem ſie ſich an den Rand der Öffnung *M* der inneren Platte anlegen.

Indem eine Anzahl ſolcher Rahmen nebeneinander aufgehängt werden, bilden immer zwei zuſammen eine, aus zwei Hälften beſtehende

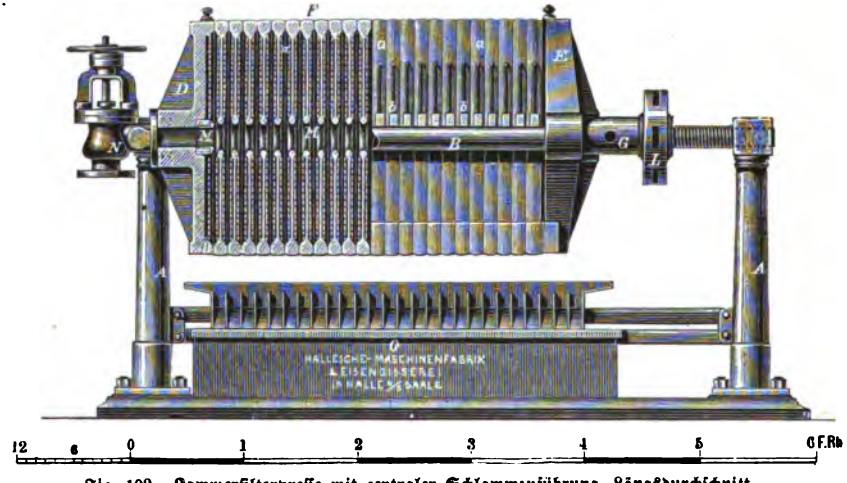


Fig. 109. Kammerfilterpreſſe mit centraler Schlammzuführung, Längsdurchſchnitt.

Kammer, deren Breite durch den gegenſeitigen Abſtand der ſie begrenzenden gelochten Bleche *d* je zweier Rahmen gegeben iſt, wie aus dem Durchſchnitte in Fig. 109 deutlich hervorgeht. Durch die Mittelöffnungen *M* der Rahmen wird ein allen Kammern gemeinſamer Kanal gebildet, der durch das Endſtück *D* hindurchgeht und in dem Ventile *N* der Schlammleitung endet.

Die in den Rahmen befindlichen gelochten Bleche *d* dienen als Unterlage von leinenen Filtertüchern, die ſo groß ſind, daß ſie den Rahmen *F* ſamt ſeinem Rande bedecken. Die Tücher werden auf der gelochten Platte glatt ausgebreitet und mit ihren Rändern zwiſchen die Ränder der beiden Rahmen geklemmt, wodurch ſie in ihrer Lage

erhalten werden. Um aber den mittleren Durchgang, den Schlammkanal, frei zu halten und zu verhüten, daß Schlamm in den für den Saftablauf bestimmten Raum zwischen den gelochten Blechen und den Kannelierungen gelange, sind immer zwei Filtertücher so in der Mitte zusammen genäht, daß hier eine Öffnung von der Weite des Schlammkanales verbleibt. Das eine der Tücher schiebt man durch die Öffnung der Platte hindurch und breitet beide glatt über die beiden gelochten Platten aus. Zur Schonung der Tücher und zur besseren Abdichtung schiebt man in die den Schlammkanal bildende Mittelöffnung jeder Platte eine Messingkapsel mit nach beiden Seiten übergreifenden Rändern, wie aus der später folgenden Fig. 114 S. 287 hervorgeht. Ist die Presse zusammengestellt, so ist jede einzelne Kammer inwendig mit einem leinenen Sacke ausgekleidet, der wohl den Durchgang des Saftes gestattet, den Schlamm aber zurückhält.

Die beiderseitigen Kannelierungen der Platten münden in einer gemeinsamen Öffnung, in einer Schnauze, in die ein Hahn *e* eingesetzt ist, durch welchen der Saft nach außen abgeleitet wird, zunächst in einen Trog *O* fließt und von dort mittels einer Röhrenleitung fortgeführt wird. Da die Abflußhähne *e* bei zusammengestellter Presse einander so nahe sind, daß die Hebel, welche ihre Kücken drehen, nicht Raum finden und das Öffnen und Schließen des einen oder des anderen verhindern würden, so giebt man immer abwechselnd dem einen Kücken eine solche Länge, daß sein Hebelarm um etwas über den anderen hervorragt.

Beim Arbeiten mit der Presse werden zunächst sämtliche Rahmen mit den vorher angefeuchteten Tüchern versehen. Die Rahmen werden einer nach dem andern an den Knaggen *b* auf den beiden Trägern *B* aufgehängt, worauf das Kopfstück *E* durch Anziehen der Muttern *G* möglich fest gegen die Rahmen gepreßt wird. Die Hähne *e* werden sämtlich vollständig geöffnet und endlich das Ventil *N* ein wenig geöffnet, nachdem der siedend heiße Schlamm in den dafür bestimmten Saftheber gelassen und in demselben Dampfdruck erhalten hat. Durch teilweises Öffnen des Ventils *N* bezweckt man, die Filtration langsam einzuleiten. Zweckmäßiger verwendet man gegenwärtig, statt des Safthebers, Schlammpumpen zum Betriebe der Pressen, wie oben angegeben ist. Anfangs fließt der Saft etwas trübe ab, man läßt diesen Teil zum Schlamme zurückgehen, nach ganz kurzer Zeit wird der Saft aber völlig klar, man öffnet dann das Ventil weiter und

öffnet es endlich ganz, um den die Kammern erfüllenden Schlamm unter der vollen Wirkung des vom Saftheber oder von der Pumpe ausgeübten Druckes zu haben. Bei Verwendung des Safthebers vermeidet man dabei eine vollständige Entleerung desselben und läßt bei jeder Filtration einen Anteil des Schlammes darin zurück, weil sonst der zuletzt mit vollem Drucke in die Filterpresse strömende Dampf den noch teilweise flüssigen Schlamm aufwühlen und die Filtration stören würde. Bei völlig geöffnetem Ventile verringert sich der Saftabfluß allmählich und hört endlich ganz auf, worauf das Ventil *N* geschlossen und die Presse entleert wird.

Zu diesem Behufe werden die Schraubenmuttern um etwa 12 bis 14 cm zurückgedreht und das Kopfstück *E* um ein entsprechendes zur Seite geschoben, wodurch der zwischen diesem und dem ersten Rahmen befindliche Schlammkuchen herausfällt; der erste Rahmen wird dann an das Endstück *E* geschoben, womit die folgende Kammer geöffnet wird; der darin befindliche Schlammkuchen löst sich von den Wandungen ab und fällt ebenfalls heraus; so wird eine Kammer nach der anderen geöffnet und ihres Inhaltes entleert. Sind alle Kammern auf diese Weise leer geworden, so schiebt man den letzten Rahmen wieder dicht an das Endstück *D*, bringt alle Rahmen in ihre ursprüngliche Lage, schließt die Presse durch Anziehen der Schraubenmuttern und beginnt die Arbeit von neuem.

So kann die Presse ununterbrochen arbeiten, bis entweder die Tücher durch Einlagerung von Schlamm allzu undurchlassend werden, oder bis ein Tuch zerreißt. Eine Verstopfung der Tücher tritt namentlich dann leicht ein, wenn der Schlamm Gelegenheit findet, in den Poren der Tücher trocken zu werden, wie z. B. während längerer Arbeitspausen. Es ist daher zweckmäßig, während dieser Zeit die Presse mit Wasser ganz gefüllt stehen zu lassen. Bei Wiederaufnahme des Betriebes schwemmt das durch Dampfdruck abgeblasene Wasser einen großen Teil des Schlammes aus den Tüchern mit fort. Während der Sonntagspause überzieht man am besten sämtliche Pressen mit neuen oder frisch gewaschenen Tüchern.

Die Abnutzung der Tücher ist eine verhältnismäßig geringe. Sollte während des Pressens ein Tuch zerreißen, so giebt sich dies dadurch zu erkennen, daß an der Stelle des Risses trüber oder schlammiger Saft aus dem betreffenden Hahne fließt. Sobald man dies

bemerkt, wird der Hahn geschlossen und nach der Entleerung der Presse ein neues Tuch an Stelle des schadhaft gewordenen eingezogen.

Die Filtration erfolgt erfahrungsgemäß immer um so viel leichter und rascher, je heißer der zu entsaftende Schlamm ist. Um eine Abkühlung desselben zu vermeiden, sollte man daher die Presse, namentlich beim Beginne des Betriebes, durch einströmenden Dampf erwärmen, ehe man den Schlamm zufließen läßt. Es kann dies durch ein besonderes in den Schlammkanal mündendes Dampfrohr geschehen, oder

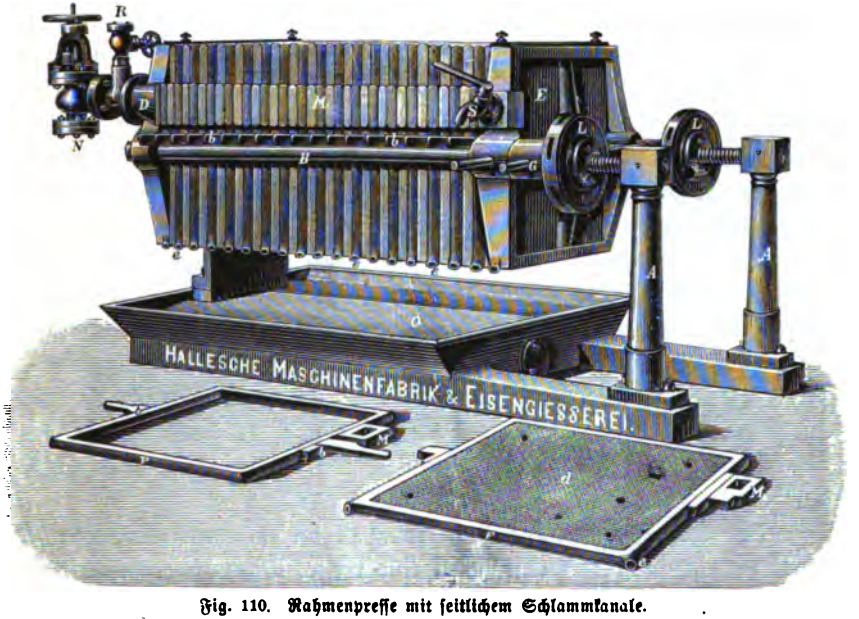


Fig. 110. Rahmenpresse mit seitlichem Schlammkanale.

dadurch, daß man in den zur Zuführung des Schlammes dienenden Saftheber, vor seiner Füllung mit Schlamm, bei geöffnetem Steigventile Dampf einströmen läßt, der durch die Verbindungsröhre in die Presse tritt, zum Teil sich darin verdichtet und als Wasser aus den Hähnen abläuft. Man unterbricht das Dämpfen erst, wenn aus keinem Hahne mehr Wasser fließt, sondern alle Dampf geben.

2. Filterpresse mit seitlichem Schlammkanale und Filterrahmen (Rahmenpresse). Diese Form der Filterpresse ist in Fig. 110 in perspektivischer Ansicht dargestellt. In derselben sind die

Teile, soweit sie mit der vorigen Presse gleichbedeutend sind, mit gleichen Buchstaben bezeichnet und bedürfen daher keiner Erklärung. Der wesentliche Unterschied ist hier der, daß der Schlammkanal nicht in der Mitte der Kammern, sondern seitlich von denselben liegt, und daß die Weite der Kammern hier nicht von der Stärke der Filterplatten, sondern durch eigene Hohlrahmen ohne Seitenwände bedingt ist. Die Kammern setzen sich aus je zwei großen filtrierenden Flächen zusammen, die durch einen dazwischen gelegten Hohlrahmen von einander getrennt sind. Die Filterplatten haben im wesentlichen gleiche Einrichtung wie früher, sie bestehen aus den beiderseitig kannelierten Platten *F*, auf welchen die gelochten Bleche *d*, zur Unterlage für die leinenen Tücher, befestigt sind, mit den Abflußschnauzen *e*, in welche Hähne eingeschraubt werden können. Die Rahmen *F* werden immer zwischen je zwei Filterplatten eingehängt. Die Filtertücher bedecken die Filterplatten ganz und werden mit ihren Rändern zwischen Filterplatten und Hohlrahmen eingeklemmt.

Der Saftkanal wird durch ein, an jeder Filterplatte und an jeden Hohlrahmen angegossenes, mit einer viereckigen Öffnung versehenes Stück *M* gebildet. Da die Ränder der Rahmen und die angegossenen Stücke *M* glatt abgehobelt sind, so entsteht an der Seite der Kammern, wenn die Rahmen eingesetzt sind und die Presse geschlossen ist, ein fortlaufender Kanal, der in dem Endstücke *D* der Presse seinen Anfang nimmt, hier durch das Ventil *N* mit Schlamm gespeist wird, und an dem Kopfstücke *E* in dem Hahne *S* endet.

Um den Schlamm aus dem Kanal in die einzelnen Kammern zu verteilen, ist in dem Hohlrahmen eine weite Öffnung eingeschnitten, welche durch den Rand desselben hindurchgeht und in der Öffnung des Ansatzstückes *M* mündet.

Der in dem Kanale befindliche Schlamm ergießt sich durch diese Öffnung des Rahmens und erfüllt so die einzelnen Kammern, während der Innenraum der Filterplatten ganz frei von Schlamm bleibt.

Nach beendigtem Pressen läßt man bei geöffnetem Hahne *S* durch das Ventil *R* Dampf durch den Kanal *M* strömen, um darin noch vorhandenen Schlamm herauszutreiben. Es wird darauf die Presse durch Zurückschrauben der Muttern *G* geöffnet, worauf die Hohlrahmen, in denen sich nun ein fester Schlammkuchen befindet, mittels der Handgriffe *b* herausgehoben und entleert werden.

3. Filterpresse mit absoluter Auswaschung des Schlammes nach Dehne.

In den bislang besprochenen Formen der Pressen wird der Schlamm so weit entsaftet, daß derselbe in Form von dichten, festen Kuchen darin zurückbleibt. Diese Kuchen sind aber noch mit Saft durchdrungen, der auf die eine oder andere Weise zu gute gemacht werden muß. Dieses geschieht auf die zweckmäßigste Weise durch Verdrängung mit Wasser. Zu diesem Behufe ist von Dehne eine Anordnung getroffen, durch welche nach beendigtem Abpressen des Saftes Wasser durch die Kuchen hindurchgetrieben wird. Die hierfür bestimmte

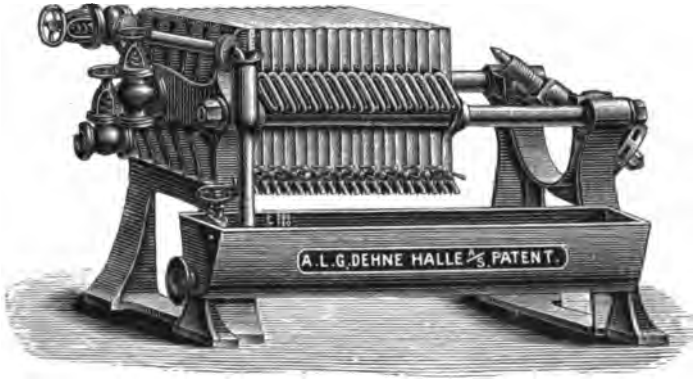


Fig. 111. Dehne's Filterpresse mit absoluter Auswaschung.

Presse ist in Fig. 111 in äußerer Ansicht dargestellt. Im allgemeinen ist die Anordnung derselben die gleiche, wie bei den vorigen, sie wird sowohl als Kammerpresse, wie auch als Rahmenpresse gebaut. Der Verschluß erfolgt hier, wie die Abbildung zeigt, durch eine centrale Schraubenspindel, welche in einer drehbaren Welle des Endstückes geführt wird und beim Lösen der Schraube durch das Übergewicht des Schraubenkopfes in die Höhe klappt und damit Raum zur seitlichen Verschiebung der Platten gewährt. Außer den in den obigen Pressen vorhandenen Teilen kommen hier noch folgende hinzu:

Ein Wasserkanal mit dazu gehörigen Eintritts- und Austrittsventilen, in welchen zur geeigneten Zeit Wasser mittels der in Fig. 112 dargestellten Pumpe getrieben wird.

Ein Luftkanal, durch welchen die hinter den Filterpreßblechen vorhandene Luft entweicht, sobald das Wasser zugeleitet wird.

Die nähere Anordnung ergiebt sich aus Fig. 113 bis 115. Die Presse ist hier als Kammerpresse mit centraler Schlammzuführung gedacht. Der Schlammkanal ist mit den oben S. 281 erwähnten Kapseln versehen. Der Wasserkanal befindet sich an der Unterseite der Platten bei *m* und es steht derselbe durch Bohrungen in der 1., 3., 5. u. s. w. Platte mit dem Raume in Verbindung, welcher zwischen den Kannelierungen der Platte und dem mit dem Zeugfilter belegten Bleche verbleibt. In denselben Platten befinden sich oben Bohrungen, welche in den Entluftungskanal *i* führen. Diese beiden Bohrungen fehlen in den Platten 2, 4, 6 u. s. w., dagegen haben diese oben Bohrungen, durch welche der an der anderen Seite der Kammern zwischen dem Filterbleche und den Kannelierungen befindliche Raum mit dem Auswaschwasserkanale *k* in Verbindung steht.

Fig. 112. Abfüßpumpe.

Die Arbeit mit der Presse geschieht folgendermaßen:

Nachdem die Presse mit Schlamm gefüllt ist und der Saft aus den Auslaufhähnen nur noch tropfenweise kommt, wird das Schlammeinlaufsventil und sämtliche Saftauslaufhähne geschlossen und es wird die Wasserpumpe in Thätigkeit gebracht. Gleichzeitig werden die an beiden Kopfstücken befindlichen Ventile des Entluftungskanals *i* und das Ausgangsventil des Kanals *k* geöffnet. Das Wasser tritt nun in die 1., 3., 5. u. s. w. Platte, steigt hinter den Kuchen in den Kannelierungen hoch und spritzt endlich aus den Lufthähnen, welche dann sofort zu schließen sind.

Nun durchdringt das von dem Drucke der Pumpe getriebene Wasser die in den Kammern befindlichen Kuchen in horizontaler Richtung, treibt dabei den darin enthaltenen Saft vor sich her und dieser tritt an der anderen Seite der Kuchen durch die in der 2., 4., 6. u. s. w.

befindlichen Bohrungen in den Saftkanal *k* aus, von welchem er mit dem Auswaschwasser durch ein Ventil in die Saftrinne fließt. Der Zufluß des Wassers wird so lange unterhalten, bis das Waschwasser beim Austritte aus dem Ventile keinen Zucker mehr enthält, oder bis das Saccharometer in einer Probe der austretenden Flüssigkeit bis zum Nullpunkte einsinkt. Ist dies erreicht, so wird die Wasserpumpe abgestellt, das noch in der Presse enthaltene Wasser wird, nach Öffnung der Lufthähne, durch ein am Ende des Wasserkanales befindliches Ventil abgelassen und es werden die Saftthähne an den Platten wieder geöffnet. Vor dem Öffnen der Presse öffnet man noch einen an dem beweglichen Kopfstücke vorhandenen Ablaßhahn, um noch flüssigen Schlamm zu entfernen, wobei man sich zur Nachhilfe noch eines Dampfstrahles bedienen kann.

4. Die Kroog'schen Filterpressen sind, soweit sie in Zuckerfabriken Anwendung finden, ebenfalls für sog. absolute Auslaugung eingerichtet und in der Industrie sehr verbreitet. Dieselben sind Rahmenpressen und werden von der Sanger-häuser Aktien-Maschinenfabrik in verschiedener Bauart geliefert. Fig. 118 zeigt die äußere Ansicht einer solchen; in Fig. 116 ist eine Filterplatte und in Fig. 117 ein Rahmen dargestellt. In diesen Figuren be-

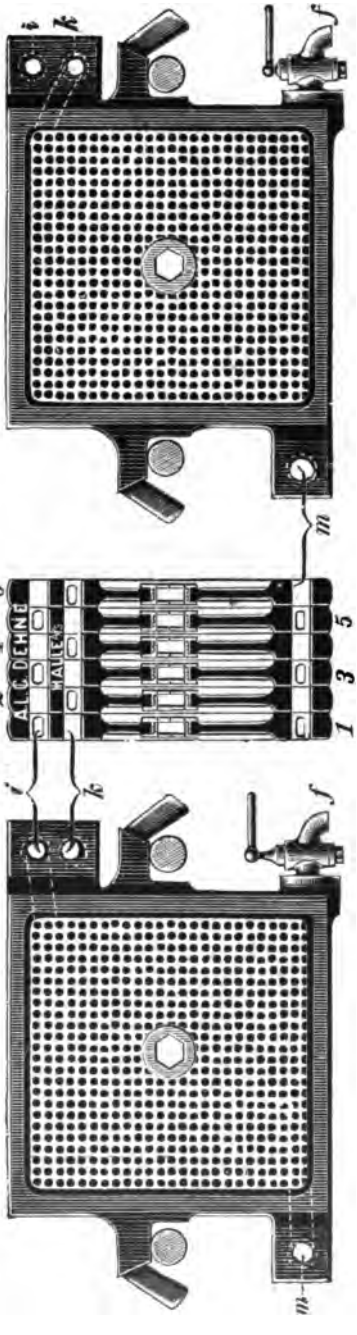


Fig. 115.

Fig. 114.

Abbildungen zur Erklärung des Auswaschprozesses.

Fig. 113.

deutet *a* das Einlaufventil oder den Einlaufkanal für den Schlammsaft, *b* das Einlaufventil oder den entsprechenden Kanal für Wasser, *d* sind eigentümlich konstruierte Flügelschrauben, durch welche man die Luft aus dem Innern der Presse entweichen lassen kann (Entluftungsschrauben), und *c* ist ein Ventil zur Absperrung der Saftsammelrinne.

Die Rahmen einer und derselben Presse sind unter sich sämtlich ganz gleich; der Schlammsaftkanal (*a*) derselben ist mit dem Innenraume durch den Seitenkanal *f* verbunden, wohingegen der Wasserkanal *b* keine Abzweigung nach dem Inneren hat.

Von Filterplatten jedoch hat diese Presse zwei Arten, die sich darin unterscheiden, daß bei der einen derselben der Wasserkanal *b* Verbindung mit dem Inneren durch einen Seitenkanal hat, bei dem anderen nicht.

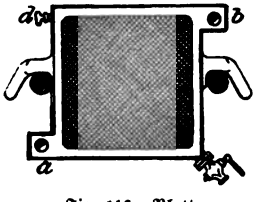


Fig. 116. Platte

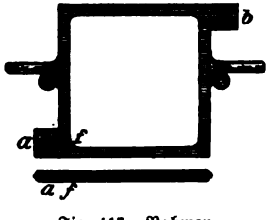


Fig. 117. Rahmen

zur Kroog'schen Filterpresse.

Bei der Zusammensetzung der Presse werden die verschiedenen Filterplatten und Rahmen so in das Gestell eingehängt, daß jeder Rahmen auf der einen Seite eine Filterplatte mit Seitenkanal, auf der anderen eine solche ohne diesen Kanal hat, also: Rahmen, Platte mit Kanal, Rahmen, Platte ohne Kanal, Rahmen, Platte mit Kanal, Rahmen, Platte ohne Kanal u. s. w. Den Zweck dieser Anordnung werden wir weiter unten kennen lernen.

Wie aus den Abbildungen ersichtlich ist, befinden sich die Bohrungen für die Hauptkanäle nicht in den Platten und Rahmen selbst, sondern in Ansätzen, die seitlich an dieselben angegossen sind. Wie bei allen Pressen mit seitlichem Eingange werden daher auch bei diesen die Preßtücher nicht durchlocht, sondern in passender Länge von dem Stücke abgeschnitten und über die Filterplatten gehängt. Zur Abdichtung der Kanäle dienen besondere Taschen, welche aus demselben Stoffe, wie die Tücher, hergestellt und auf die seitlichen Ansätze aufgezogen werden. Zur Erzielung einer größeren Dichtigkeit hat die oben genannte Fabrik

Gummidichtungen eingeführt. Zur Anbringung derselben sind die Kanäle *a* überall da, wo sich von denselben kein Seitenkanal abzweigt, d. h. also in den Filterplatten, und ebenso die Kanäle *b* in den Rahmen mit einem größeren Durchmesser versehen, als da wo ein Seitenkanal vorhanden ist. In diese erweiterten Kanäle setzt man passende Gummirohre ein, welche einige Millimeter länger sind, als das betreffende Stück des Kanals; beim Zusammenschrauben werden die Ränder dieser Gummirohre fest gegen die Nachbarplatte gedrückt und schließen so das Innere des Kanals dicht ab.

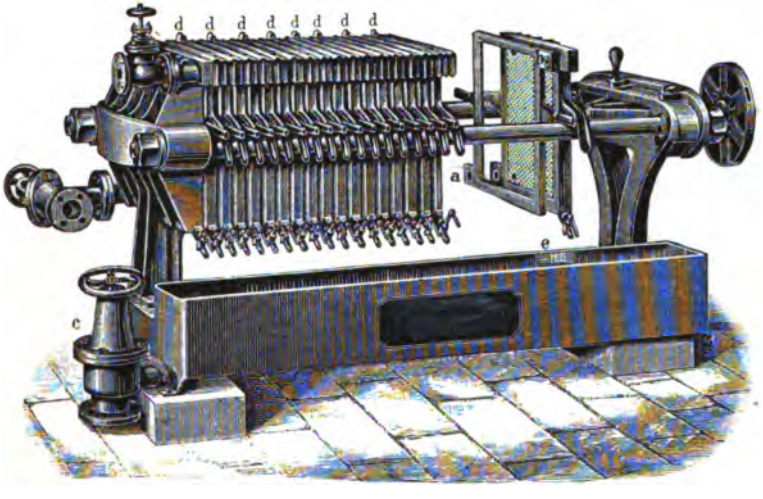


Fig. 118. Kroog'sche Filterpresse, Ansicht.

Die Handhabung der Presse beim Auswaschen des Schlammes ist eine sehr einfache; nachdem dieselbe gefüllt ist, schließt man das Zuführungsventil *a* und lüftet die Entluftungsschrauben, sodaß aller Saft aus der Presse ablaufen kann. Dann schließt man sämtliche Ablaufhähne und öffnet das Wasserventil (*b*); durch die im Kanale *b* angebrachten Seitenkanäle füllen sich die betreffenden Kammern mit Wasser (Wasserkammern); die vollständige Füllung derselben erkennt man daran, daß etwas Wasser aus den Entluftungsschrauben herausspritzt. Sind sämtliche Wasserkammern gefüllt, so hat jeder Schlammkuchen auf der einen Seite eine Schicht Wasser, auf der anderen eine leere Kammer

(Saftkammer). Öffnet man nun die Ablaufhähne der Saftkammern, so dringt das Wasser von der Seite in die Kuchen ein und verdrängt aus denselben den Saft. Um die Menge des so gewonnenen Saftes kontrollieren zu können, ist an der Sammelrinne der Presse das Ventil *c*, sowie in derselben eine Skala (Fig. 118, *e*) angebracht. Während des Absüßens schließt man das Ventil *c* und liest an der Skala die gewonnene Saftmenge in Litern ab.

Nach diesem System baut die genannte Maschinenfabrik Pressen von den verschiedensten Dimensionen und dem entsprechend von der verschiedensten Leistungsfähigkeit. Die Anzahl der Hohlrahmen, welche auf demselben Gestelle vereinigt werden, schwankt zwischen 18 und 42 und auch die Größe der Kuchen ist verschieden; sie beträgt bei kleineren Pressen $^1/_3$ qm (583 mm □), bei größeren $^2/_3$ qm (816 mm□). Bei 25 mm, der gebräuchlichsten Kuchenstärke, wiegt der einzelne Kuchen von $^1/_3$ qm $11^2/_3$ Kilo; nimmt man an, daß etwa die Hälfte desselben aus Saft besteht, so macht das für jeden Kuchen nicht ganz 6 Liter, die man beim Absüßen durch Wasser zu verdrängen, also in der Rinne anzusammeln hätte, für eine 24-kammerige Presse der Art also etwa 140 Liter.

Der Vorzug dieser Pressen liegt hauptsächlich in der Möglichkeit vollkommenster Entluftung. Auf diesen Punkt soll hier besonders hingewiesen werden, weil derselbe zuweilen etwas nebensächlich behandelt wird.

Wenn man in einer Verdrängungs-Presse die Wasserkammern nur zum Teile füllt, dieselben also nicht vollkommen entluftet, so wird stets nur der untere Teil der Schlammkuchen ausgewaschen; es ist durchaus falsch, wenn man glaubt, die Luft könne infolge des Wasserdrucks durch den oberen Teil des Kuchens hindurchgedrückt werden und die Kammer sich so von selbst mit Wasser füllen.

Leitet man nun, wie man dies bei manchen anderen Filterpressen findet, die Luftabführungskanäle der einzelnen Wasserkammern in einen gemeinsamen Kanal, so ist man nie sicher, daß sämtliche Kammern gefüllt sind, weil sich die einzelnen kleinen Seitenkanäle häufig mit feinem Schlamm verstopfen. Auch die Kroog'schen Entluftungsschrauben verstopfen sich sehr oft, doch wird man dies bei einiger Aufmerksamkeit sofort bemerken und kann durch Aufbohren leicht Abhilfe schaffen. Verfasser hat übrigens in der Praxis dieselben stets abnehmen und durch gewöhnliche Gas-

hähne ersetzen lassen; dieselben verstopfen sich weniger leicht und lassen die Beendiguug der Füllung leichter erkennen, als die Entluftungsschrauben, weil sie eine weitere Bohrung besitzen.

Über die Leistungsfähigkeit ihrer Pressen macht die Maschinenfabrik folgende Angaben: Bei einer Kuchengröße von $^1/_3$ qm genügen 24 Kammern in der 1. Saturation für eine tägliche Rübenverarbeitung von 400 bis 480 mctr, in der 2. Saturation für 1200 bis 1440 mctr. Die Leistungsfähigkeit der Pressen von anderer Größe läßt sich daraus leicht berechnen.

Außer dieser gangbarsten Pressenkonstruktion baut genannte Fabrik noch einige andere, deren eingehendere Beschreibung uns jedoch zu weit führen würde; wir erwähnen dieselben nur kurz:

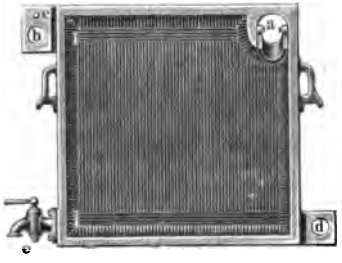


Fig. 119.

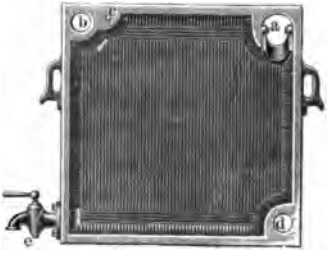


Fig. 120.

Filterplatten zur Beeg'schen Presse.

Pressen mit Doppelrahmen, in denen die Schlammkuchen eine Stärke von 5—6 cm haben, wurden ursprünglich für andere Zwecke gebaut, sind aber vom Verfasser auch als Schlammpressen und bei der Melasseentzuckerung mit Vorteil angewandt worden; je dicker die Schlammkuchen sind, desto weniger Wasser braucht man zum Auswaschen derselben.

Patent-Schnellfilterpressen mit Zwillingsrahmen und sehr schwachen (5 mm) Kuchen, ohne Siebbleche. Die Filterplatten derselben sind eng kanneliert und die Tücher liegen direkt auf den Rippen auf. Sie werden für die Filtration der Dünn- und Dicksäfte empfohlen.

4. Die Beeg'sche Filterpresse der Badischen Maschinenfabrik und Eisengießerei in Durlach weicht in mancher Beziehung von den eben besprochenen Konstruktionen ab. Dieselbe ist eine Kammerpresse und besteht also ausschließlich aus Filterplatten, von denen zwei

verſchiedene Arten, Fig. 119 mit außen liegenden Kanälen, Figur 120 mit innen liegenden Kanälen, beide Male für vollſtändige Auslaugung, dargeſtellt ſind. In dieſen Abbildungen bezeichnet *a* den Eintrittskanal für den Schlammſaft, *e* den Ablaufhahn für den filtrierten Saft, *d* den Waſſerkanal, *b* den Kanal für den Ablauf des Abſüßers und *c* den Entluftungskanal. Auf eine nähere Beſprechung dieſer Einrichtungen brauchen wir nicht einzugehen, da dieſelben den bei allen

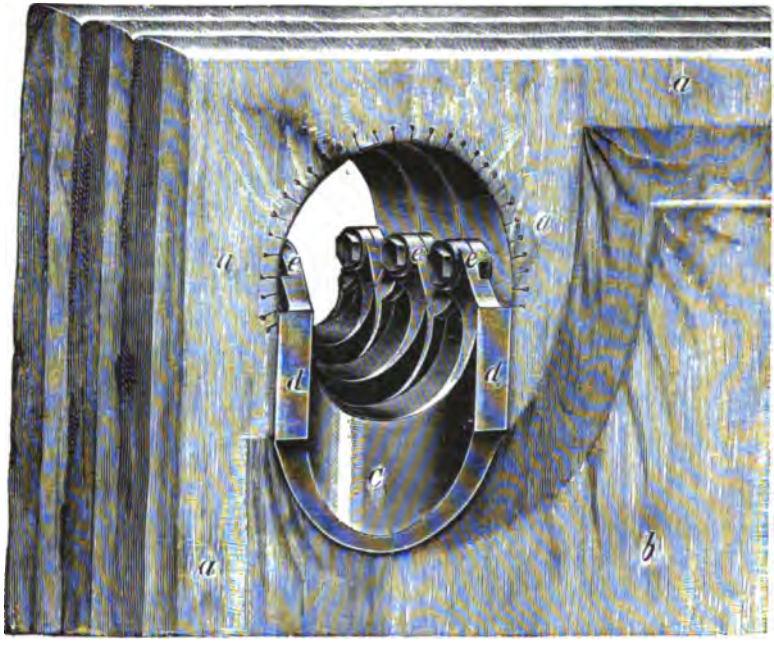


Fig. 121. Abdichtungs-Vorrichtung an der Beeg'ſchen Preſſe.

Filterpreſſen üblichen gleich ſind. Die Abweichungen von anderen Syſtemen beſtehen im Wegfall des als Unterlage für die Tücher dienenden Siebbleches und in einer ganz beſonderen Einrichtung für die Abdichtung des Schlammkanals. Als Erſatz für das Siebblech iſt der ganze Boden der Filterplatte mit feinen Kannelierungen bedeckt, die das Tuch tragen und den Ablauf des filtrierten Saftes geſtatten. Die Art der Abdichtung des Schlammeintrittkanals iſt in Fig. 121 in größerem Maßſtabe dargeſtellt. Bei der früher beſchriebenen Preſſe

mit centralem Eingange für den Schlammsaft (S. 278) wird die Abdichtung der Schlammtücher, nämlich des Schlammraumes gegen den Raum für den filtrierten Saft dadurch bewirkt, daß man die Durchgangsöffnung von je zwei Tüchern durch Zusammennähen schlauchartig verbindet und eine hohle Schraube einsetzt. Bei der Beeg'schen Presse ist das Loch für den Durchgang des Schlammes von einem Abdichtungsrande umgeben, der mit dem Abdichtungsrande der ganzen Platte (*a*) in einer Ebene liegt. Um jedoch dem Schlamme den Eintritt in die Kammer (*b*) zu ermöglichen, sind diese Abdichtungsränder an einer Stelle durch einen bogenförmigen Ausschnitt unterbrochen; es entsteht dadurch beim Zusammenlegen zweier Platten eine ○förmige Öffnung, welche die Verbindung des Kanals nach dem Inneren der Kammer herstellt. Um zu verhindern, daß an dieser Stelle Schlamm hinter die Tücher tritt, sind in diese Bogenausschnitte jeder Platte zwei Bügel aus Bronze (*c*) eingesetzt, welche sich der Rundung genau anschließen und sich mit den Flächen *d* aneinanderlegen, sodaß sie beim Zusammenschrauben der Presse das Tuch fest in die Bogenausschnitte pressen. Diese Bügel sind in Charnieren (*e*) drehbar und gestatten dadurch ein bequemes Auswechseln der Tücher. Die Vorzüge dieser Art der Abdichtung gegenüber der älteren sind in die Augen fallend.

Diese Pressen werden, wie die anderer Fabriken, in den verschiedensten Größen gebaut, und zwar mit einer Gesamtfilterfläche von 2 bis 120 qm und einem Schlamminhalte von 20 bis 1500 Liter (27 bis 2050 Kilo). Die Plattengröße beträgt 550 mm, 760 mm oder, bei den größten, 1060 mm im Quadrat.

11. Wirkung von Scheidung und Saturation.

In diesem Kapitel wurde die Wirkung des Kalkes und der Kohlensäure auf den Rübensaft vielfach erörtert; der Wichtigkeit wegen, die dieser Gegenstand für die Fabrikation besitzt, sei es uns jedoch gestattet, die hauptsächlichsten Gesichtspunkte hier kurz zu rekapitulieren.

Ehe dem Safte Kalk zugesetzt wird, wird derselbe in der Scheidepfanne auf 80 bis 90° erhitzt, wo dies nicht schon im Kalorisator geschehen ist; es gerinnt dadurch das im Safte gelöste Eiweiß zu Flocken, mit denen wahrscheinlich auch noch andere, stickstofffreie Nichtzucker-

stoffe aus dem Safte ausgeschieden werden. Das geronnene Eiweiß wird nach Herzfeld, im Gegensatze zu dem löslichen, durch Kalk unter den Verhältnissen der Scheidung weder aufgelöst, noch zersetzt.

Die Wirkung des Kalkzusatzes ist dreifach: eine sterilisierende, eine ausfällende und eine zersetzende.

In allen rohen Rübensäften, mögen sie gewonnen sein, wie sie wollen, finden sich Pilzkeime aller Art, welche teils aus dem Acker und teils aus dem Betriebswasser stammen, oder aus der Luft in den Saft hineinfallen, zuweilen aber, bei kranken oder faulen Rüben, im Fleische der Rüben selbst schon enthalten sind. Diese Pilzkeime würden mit der Zeit die Säfte in Gärung oder Fäulnis versetzen, wenn sie lebend blieben; Kalk aber, in Verbindung mit Wärme tötet dieselben unbedingt, er wirkt, wie man sich ausdrückt „sterilisierend" auf den Saft.

Welche Stoffe durch Kalk aus dem Safte ausgefällt werden, bedarf noch reichlicher Untersuchung; der Rübensaft enthält, wie wir aus dem ersten Abschnitte dieses Werkes wissen, eine ganze Reihe von Säuren, deren Kalksalze in Wasser unlöslich oder wenigstens sehr schwer löslich sind. Von dem am wenigsten löslichen dieser Salze, dem oxalsauren Kalke, aber hat Verfasser schon vor längerer Zeit gezeigt, daß dasselbe in kalkhaltiger Zuckerlösung, die ja im Scheidesafte vorliegt, leichter löslich ist, als in Wasser und zwar um so leichter, je mehr Kalk die Zuckerlösung enthält. Es ist daher sicher, daß die Oxalsäure bei der Scheidung selbst, wenn überhaupt, so doch nur zum Teile aus dem Safte entfernt wird; wie sich andere Säuren in dieser Hinsicht verhalten, ist noch fast gänzlich unerforscht. Ebenso ungewiß ist bisher das Verhalten der übrigen Nichtzuckerstoffe in dieser Beziehung. Die Gummiarten scheinen zum Teil in den Scheideschlamm zu gehen, zum Teil erst bei der Saturation sich auszuscheiden, zum Teil aber verbleiben sie im Safte bis zu den letzten Produkten.

Von den anorganischen Bestandteilen des Saftes werden Phosphorsäure, Magnesia und Kieselsäure wohl ziemlich vollständig durch den Kalk ausgefüllt, während die Alkalien in Lösung bleiben.

Die zersetzende Wirkung des Kalkes erstreckt sich auf einen Teil derjenigen Nichtzuckerstoffe, deren Ausfällung bei der Scheidung aus chemischen Gründen unmöglich ist, nämlich der Eiweißstoffe, des Invertzuckers und der Amide.

Beim Erhitzen des Rohsaftes wird immer nur ein Teil der Eiweißstoffe in Flocken ausgeschieden, ein erheblicher Teil derselben bleibt immer in Lösung. Dieses gelöste Eiweiß wird bei der Scheidung zunächst in Propeptone und Peptone, später aber weiter in Amidosäuren (Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure u. s. w.) zerlegt. Nun sind die nächsten Abbauprodukte der Eiweißstoffe nach gewöhnlichen Begriffen unkrystallisierbare Körper, während die Amidosäuren und ihre Salze krystallisierbar sind. Unkrystallisierbare Körper aber erschweren erfahrungsgemäß das Auskrystallisieren des Zuckers, befördern also die Melassebildung mehr, als krystallisierbare, daher muß das Bestreben des Fabrikanten sein, die Bildung der letzteren aus ersteren so viel, als möglich zu begünstigen, so lange er nicht, wie ehemals in der Knochenkohle, ein Mittel hat, erstere aus den Säften zu entfernen.

Ähnlich, wie die Eiweißstoffe, verhält sich auch der Invertzucker; auch dieser wird bei der Scheidung in leicht krystallisierende Stoffe zersetzt.

Die Amide schließlich, nämlich das Asparagin und das Glutamin, spalten beim Kochen mit Kalk Ammoniak ab und verwandeln sich in die ihnen entsprechenden Amidosäuren, die sich mit vorhandenen Basen zu Salzen verbinden. Diese Spaltung der Amide ist die Hauptursache der Ammoniakentwickelung, welche während der ganzen Rübenverarbeitung von der Scheidung bis zum Einkochen der Nachprodukte stattfindet.

In den meisten Betrieben findet die erste Saturation gleich in der Scheidepfanne statt; die Frage, ob es nicht richtiger sein würde, den Scheideschlamm zuvor aus dem Safte zu entfernen, soll hier nicht erörtert werden. Durch die Saturation (s. Nichtzuckerstoffe) will man zunächst nur den überschüssig zugesetzten Kalk entfernen, doch fallen dabei auch andere, in kalkhaltiger Zuckerlösung lösliche Körper, wie der oxalsaure Kalk mit aus; die Saturation bewirkt demnach zweifellos ebenfalls eine Reinigung des Saftes, ja, von der genauen Handhabung derselben hängt fast mehr noch, als von der Scheidung, der Betriebserfolg ab. Abgesehen davon, daß durch eine zu hohe Alkalität das Verkochen der Säfte erschwert wird, hängt nach Herzfeld von der Genauigkeit, mit der saturiert wird, die Farbe des Zuckers ab, weil erst dadurch das im Safte gelöste Eisen entfernt wird.

Die Wirkung der Schwefelei ist ebenfalls noch nicht vollkommen aufgeklärt; daß die schweflige Säure bei ihrer Anwendung auf geschiedene Rübensäfte nicht in derselben Weise wirkt, wie beim Bleichen

von Stroh oder Wolle, steht wohl zweifellos fest. Eine derartige Wirkung wäre nur bei saurer Arbeit denkbar. Durch die schweflige Säure werden aber Stoffe aus den Säften ausgeschieden, die durch Kohlensäure nicht ausfallen. Welche Stoffe dies sind, ist noch nicht genau bekannt, daß sich unter denselben stickstoffhaltige befinden, kann wohl als sicher betrachtet werden, ebenso sicher ist, daß durch dieselbe auch solcher Kalk niedergeschlagen wird, der an organische Säuren gebunden, also nicht durch Kohlensäure ausfällbar ist. Die schweflige Säure vermindert demnach den Gehalt der Säfte an Kalksalzen.

Zum Schlusse soll noch bemerkt werden, daß nach Stohmann's Annahme, bei der Scheidung und doppelten Saturation mindestens die Hälfte, durchschnittlich zwei Drittel bis drei Viertel des Nichtzuckers entfernt wird und daß es bei aufmerksamem Betriebe möglich sein soll, den Reinheitsquotienten um $7\frac{1}{2}$ bis 8 Proz. zu steigern.

12. Die Schlammkuchen.

Für den Fabrikbetrieb sind die Schlammkuchen in doppelter Beziehung von Interesse, einmal insofern, als sie durch einen Gehalt an Zucker nicht unbeträchtliche Verluste herbeiführen können, anderseits insofern, als sie ein in der Landwirtschaft verwertbares nützliches Nebenprodukt bilden.

Man kann annehmen, daß 1 kg in der Scheidung verwandter Kalk annähernd 4 kg Schlammkuchen aus der Filterpresse hervorgehen lassen wird.

Je nach der Menge des zugesetzten Kalkes wird man daher auf je 100 kg verarbeiteter Rüben 8 bis 12 kg, im Mittel etwa 10 kg oder für je 1000 metr verarbeiteter Rüben täglich 10 000 kg Schlamm erhalten. So wie der Schlamm aus der einfachen Filterpresse hervorgeht, enthält derselbe etwa 50 Proz. Saft oder 4—5 Proz. Zucker. Würde man sich mit dem bloßen Pressen des Schlammes begnügen, so würde man somit auf obige Rübenmenge täglich im Schlamme einen Verlust von 400 kg Zucker haben. Wird dieser Schlamm mit Wasser im Verhältnisse von 200 : 330 verdünnt und wieder abgepreßt, so verringert sich der Zuckerverlust annähernd im Verhältnis wie 8 : 3 und beträgt dann, auf obige Mengen von Rüben bezogen, nur 150 kg.

Wieweit die Verluste bei Verwendung der Filterpresse mit Auswaschvorrichtung gehen, hängt ganz von der auf die Bedienung derselben verwandten Aufmerksamkeit ab. Streng genommen läßt sich mit derselben die Gesamtmenge des in dem Schlamme enthaltenen Zuckers gewinnen. Dieses kann aber nur geschehen, wenn so viel Wasser durch den Schlamm getrieben wird, daß wirklich kein Saft mehr darin zurückbleibt. In diesem Falle verfällt man aber in eine weitere Schwierigkeit, indem ein Übermaß von Wasser den Saft auf unnötige Weise verdünnt und nachher durch Verdampfen wieder entfernt werden muß. Es soll daher hier ein Mittelweg eingeschlagen werden, wobei eine möglichst vollkommene Gewinnung des Saftes mit Aufwand von möglichst wenig Wasser als Richtschnur zu gelten hat.

Möge man bei der Entsaftung des Schlammes verfahren, wie man wolle, so ist diese Abteilung der Fabrik stets der strengsten Beaufsichtigung zu unterziehen, durch tägliche Untersuchung der entsafteten Schlammkuchen auf ihren Zuckergehalt. Da die Zuckerverluste in geradem Verhältnisse zu der erzeugten Schlammmenge stehen, da diese aber bedingt ist von der Menge des angewendeten Kalkes, so liegt es auf der Hand, daß man die Zuckerverluste steigert, je mehr Kalk man verwendet. Bringt auch der größere Kalkzusatz eine bessere Scheidung hervor, so sollte man anderseits nicht über das unbedingt Nötige hinausgehen, um die unvermeidlichen Verluste auf der niedrigsten Größe zu erhalten.

In landwirtschaftlicher Beziehung ist der Schlamm von großer Bedeutung. Er enthält die Gesamtmenge der in den Saft übergegangenen Phosphorsäure der Rüben, außerdem einen großen Teil der stickstoffhaltigen Substanzen und endlich eine Menge von Kalk. Lassen wir auch alle übrigen Bestandteile außer Betracht, so kann man nach zahlreichen Analysen den Gehalt des Schlammes auf mindestens 1 Proz. Phosphorsäure und mindestens 0,5 Proz. Stickstoff veranschlagen.

Nimmt man nun wieder den von 1000 metr Rüben gelieferten Schlamm zu 10 000 kg an, so enthält dieser 100 kg Phosphorsäure und 50 kg Stickstoff. Berechnet man, auf Grund der jetzigen Düngermarktpreise 1 kg Phosphorsäure mit 0,36 Mk., 1 kg Stickstoff mit 0,95 Mk., so ergiebt sich schon aus diesen beiden Bestandteilen der Wert des Schlammes zu 78,50 Mk. Außerdem kommt aber noch in Betracht, daß der im Schlamme enthaltene Kalk für fast alle Rüben

produzierende Bodenarten von großer Wichtigkeit ist, insofern, als er auf ihre Bestandteile aufschließend und verbessernd wirkt. Die meisten Rübenböden sind so arm an Kalk, daß eine Zufuhr desselben immer lohnend ist und sich durch gesteigerte Ertragsfähigkeit sofort zu erkennen giebt.

Der landwirtschaftliche Wert des Scheideschlammes ist ein so hoher, daß die Gesamtkosten der Kalk- und Kohlensäureproduktion durch den Verkauf des Schlammes gedeckt werden sollten.

Zur Verwendung auf dem Felde verwandelt man die Schlammkuchen entweder durch Vermischen mit Erde oder dergleichen und kräftiges Durcharbeiten in ausstreubaren Kompost, oder man läßt ihn trocken werden und zermalmt ihn zu Pulver. Bringt man, wie es vielfach geschieht, die Schlammkuchen ohne weitere Zubereitung auf den Acker, so werden die Stücke nur ganz unvollkommen durch Pflug und Egge zerteilt und können viele Jahre lang im Boden ruhen, ohne wesentlichen Nutzen zu bringen.

Zweites Kapitel.

Gewinnung der Kohlensäure und der schwefeligen Säure.

1. Gewinnungsmethoden für die Kohlensäure.

Kohlensäure läßt sich auf sehr verschiedene Weise darstellen, durch Zersetzung kohlensaurer Salze mittels stärkerer Säuren, durch Zersetzung saurer kohlensaurer Salze bei höherer Temperatur, durch Verbrennen von Kohlenstoff in Sauerstoff oder atmosphärischer Luft, durch Glühen gewisser kohlensaurer Salze. Für den Fabrikbetrieb sind von diesen Methoden nur die verwendbar, welche es gestatten, in kürzester Zeit große Mengen von Kohlensäure zu möglichst billigem Preise herzustellen. Aus diesem Grunde hat man das von Schatten ursprünglich angewandte Verfahren, welches darin bestand, auf Kalkstein Salzsäure einwirken zu lassen, sehr bald wieder verlassen, weil Kalkstein und Salzsäure einen Kostenaufwand verursachen, der die Rentabilität der Fabrikation in hohem Maße schmälern würde. Da man ferner bald fand, daß eine chemisch reine Kohlensäure für die Zwecke der Saturation durchaus nicht erforderlich sei, daß letztere vielmehr ebenso gut erfolge, wenn die Kohlensäure mit ihrem mehrfachen Volum indifferenter Gase gemischt ist, so begann man bald, die Kohlensäure durch Verbrennung von Kohle herzustellen, wobei die zur Verbrennung erforderliche Luft entweder mittels einer Druckpumpe in den mit Kohle gefüllten Ofen getrieben wurde (Rousseau), oder mittels einer Saug- und Druckpumpe zunächst in den Ofen gesogen und dann in die zu saturierende Flüssigkeit gepreßt wurde (Kindler).

Verbrennt man Kohle in der Luft, so geht, wenn der glühenden Kohle gerade so viel Luft zugeführt wird, wie zur vollständigen Ver-

brennung derselben erforderlich ist, der Sauerstoff geradeauf in Kohlensäure über und die entstandene Kohlensäure nimmt ein ebenso großes Volum ein, wie der verbrauchte Sauerstoff. Da die Luft aus 21 Vol. Sauerstoff und 79 Vol. Stickstoff besteht, so wird nach der Verbrennung im günstigsten Falle ein Gas erhalten werden können, welches 21 Vol. Kohlensäure und 79 Vol. Stickstoff enthält. In Wirklichkeit gelingt es jedoch nie, durch Verbrennung von Kohle ein so reiches Gas zu erzeugen, es wird immer eine gewisse Menge Sauerstoff zurückbleiben, welcher bei dem Durchgange durch die brennende Kohle nicht Zeit hatte, sich mit Kohlenstoff zu verbinden. Man erklärt sich meistens befriedigt, wenn das nach diesem Verfahren gewonnene Gas 12 bis 15 Proz. Kohlensäure enthält.

Scheinbar könnte man den Gehalt des Gases anreichern, wenn man die Zeitdauer der Berührung der Luft mit der glühenden Kohle verlängerte, oder was dasselbe ist, wenn man den Luftzug im Apparate verringerte. Dies ist jedoch aus einem anderen Grunde nicht zulässig. Kommt nämlich Kohlensäure mit glühendem Kohlenstoff in Berührung, so wird sie zersetzt und in Kohlenoxyd verwandelt. Letzteres Gas ist für die Saturation völlig wertlos und man würde durch das Kohlenoxydgas nur Verluste haben, indem die Gesamtmenge des zu seiner Bildung verwandten Kohlenstoffes nutzlos geopfert wird. Um so wenig wie möglich Kohlenoxyd zu erhalten, ist man gezwungen, die Kohlensäure möglichst sofort nach ihrer Entstehung von den übrigen glühenden Kohlenmassen zu entfernen, was aber nur bei einem raschen Luftwechsel, durch kräftigen Zug zu erreichen ist. Man nutzt daher lieber die Luft etwas weniger vollkommen aus und erzeugt ein an Kohlensäure ärmeres Gas, als daß man Kohle durch Bildung von Kohlenoxyd verschwendet.

Bei der Auswahl des zur Kohlensäureerzeugung dienenden Brennmaterials hielt man früher darauf, dasselbe möglichst rein, namentlich möglichst frei von Schwefel zu haben, in der Befürchtung, durch die, beim Verbrennen von Schwefel enthaltenden Stoffen entstehende, schwefelige Säure den Säften Schaden zu thun, und man beschränkte sich nicht allein auf die Verwendung von möglichst schwefelfreiem Materiale, sondern unterzog auch die Kohlensäure, um sie von den geringen Mengen der schwefeligen Säure, die sie trotzdem aufgenommen haben konnte, zu befreien, einer sorgfältigen Waschung. Die Sorge um die Schädlichkeit der schwefeligen Säure ist jedoch ungerechtfertigt.

Da man sich jetzt nicht mehr scheut, diese Säure in reiner Form bei der Saturation direkt in den Saft zu leiten, so kann die geringe Menge derselben, welche beim Verbrennen von Kohlen und derartigen Stoffen entsteht, keinen Nachteil bringen. Dagegen ist die Verwendung von mit Flamme brennenden Materialien zu vermeiden, weil diese, wenn sie nicht zuvor vergaset werden, immer mehr oder weniger teerige Zersetzungsprodukte liefern, die den Saft verunreinigen und verschlechtern würden.

Statt die Kohlensäure direkt durch Verbrennung für die Zwecke der Saturation herzustellen, hat man empfohlen, die an Kohlensäure reiche Luft, welche aus der Feuerung der Dampfkessel unbenutzt in den Schornstein entweicht, zu verwenden. Dieser Vorschlag ist an solchen Orten einigermaßen beachtenswert, wo die Dampfkessel mit Holz geheizt werden, wie in manchen Fabriken Rußlands; in unseren deutschen Fabriken sind die Schornsteingase, bei dem Brande von Braunkohlen oder Steinkohlen, so reich an teerigen Substanzen, daß an eine Verwendung derselben nicht zu denken ist.

Ein anderer, von Ozouff gemachter Vorschlag hat sich ebenfalls für den Großbetrieb als unausführbar erwiesen. Nach diesem sollen die mittels einer Pumpe aus dem Schornsteine abgesogenen Gase, nachdem sie gewaschen und abgekühlt sind, mit einer kalten Lösung von kohlensaurem Natrium zusammengebracht werden. Das kohlensaure Natrium absorbiert dabei aus dem Gasgemische die Kohlensäure, unter Bildung von saurem kohlensaurem Natrium, während die anderen Gase, Stickstoff und Sauerstoff, entweichen. Erhitzt man dann die so erhaltene Lösung von saurem kohlensaurem Natrium zum Sieden, so tritt die absorbierte Kohlensäure wieder in Freiheit und kann zur Saturation dienen. Nachdem die Kohlensäure ausgetrieben ist, bleibt einfach kohlensaures Natrium zurück, welches wieder von neuem zur Absorption benutzt werden kann.

So einfach und glatt dieses Verfahren erscheint, so scheitert seine Anwendung doch daran, daß das kohlensaure Natrium, neben der Kohlensäure, auch die in den Schornsteingasen enthaltene schwefelige Säure aufnimmt und von dieser nicht wieder zu befreien ist, wodurch bei jeder Operation eine entsprechende Menge von kohlensaurem Natrium verloren geht. Dazu kommt noch, daß die Lösung des kohlensauren Natriums, um kräftig absorbierend zu wirken, möglichst kalt sein, dann

aber, um die Kohlensäure abzugeben, anhaltend zum Sieden erhitzt werden muß. Rechnet man die durch die schwefelige Säure herbeigeführte Wertverminderung des kohlensauren Natriums und den zum Erhitzen erforderlichen Aufwand von Brennmaterial, sowie die Kosten des erforderlichen Apparats zusammen, so wird der Vorteil der Benutzung der Schornsteingase vollständig ausgeglichen.

In dem Maße wie der Verbrauch an Kalk bei der Scheidung gewachsen ist, in demselben Maße mußte auch die Kohlensäureproduktion gesteigert werden. Man behalf sich anfangs damit, daß man da, wo man bei der Scheidung des klaren Saftes mit einem Kohlensäureofen auskam, später zum Übergange zur Schlammsaturation zwei Öfen aufstellte. Jedoch auch diese erwiesen sich bald als unzureichend, sodaß man jetzt, überall da, wo man mit Schlammsaturation arbeitet, zu einem ganz anderen Verfahren übergegangen ist. Dies besteht darin, daß man einen Kalkofen in den Betrieb hineinzieht und die beim Brennen der Kalksteine entweichende Kohlensäure samt der von dem zum Heizen des Ofens erforderlichen Brennmaterials herstammenden Kohlensäure gewinnt. Man erreicht dadurch den großen Vorteil, daß die Kosten der Kohlensäureproduktion durch den gleichzeitig gewonnenen Kalk bedeutend ermäßigt werden, und daß man ein an Kohlensäure weit reicheres Gas erzielt. Regelt man auch im Kalkofen den Luftzutritt so, daß noch überschüssiger Sauerstoff vorhanden ist, so addiert sich doch zu der vom Brennmateriale stammenden Kohlensäure noch die hinzu, welche der Kalk abgiebt. Betrachtet man bei dem gewöhnlichen Ofen einen Kohlensäuregehalt von 15 Proz. als sehr günstig, so kann man beim Kalkofen durchschnittlich auf einen Gehalt von 30 bis 32 Proz. rechnen.

2. Kindler's Kohlensäureofen.

Der von Kindler konstruierte und früher allgemein, jetzt wohl nur noch sehr selten, benutzte Apparat ist ein von oben nach unten sich etwas erweiternder Schachtofen, der unten einen Planrost hat, auf welchem das Feuer angezündet wird. Der Schacht wird, nachdem das Feuer auf dem Roste lebhaft brennt, bis oben mit zu kleinen Stücken zerschlagenen Koks gefüllt, die in dem Maße, wie sie auf dem Roste

konsumiert werden, nachsinken und von Zeit zu Zeit durch frische ersetzt werden. Die obere Öffnung wird nach dem Füllen des Schachtes hermetisch verschlossen, ebenso ist die unter dem Roste befindliche Öffnung des Aschenfalles dicht verschlossen. Der Zutritt der Luft erfolgt durch einen in der Wandung des Ofens befindlichen Kanal, der unmittelbar über dem Roste mündet und so die Luft in die brennende Koksmasse führt. Diesem unmittelbar gegenüber, an der entgegengesetzten Seite des Rostes, befindet sich ein zweiter Kanal, durch welchen die Gase durch die Thätigkeit einer Luftpumpe abgesogen werden. Um zu verhüten, daß Brennmaterial in diese Kanäle gelange, ist ihre Mündung im Schachte durch je einen vertikal stehenden Rost bedeckt.

Der Ofen ist mit der Luftpumpe durch eine eiserne Röhrenleitung verbunden, durch welche die Verbrennungsgase ziehen und dabei abgekühlt werden; vor ihrem Eintritte in die Pumpe gehen sie noch durch einen Waschapparat.

In dem Maße, wie die Verbrennungsgase durch die Pumpe abgesogen werden, strömt durch den Druck der Atmosphäre frische Luft in den Ofen. Es regelt daher den Gang der Kohlensäurepumpe zugleich die Verbrennung. Gebraucht man viel Kohlensäure, so hat man nur die Pumpe rascher arbeiten zu lassen, es wird infolgedessen viel Luft in den Ofen einströmen, die Verbrennung wird sich beleben und es wird viel Kohlensäure geliefert werden, während umgekehrt die Pumpe bei geringem Verbrauche an Kohlensäure nur langsam zu arbeiten braucht, um jeden unnützen Konsum an Koks zu verhüten. Selbstverständlich kann man die Leistung des Ofens nicht über einen bestimmten Grad hinaustreiben, da für jede Verbrennung eine gewisse Zeit erforderlich ist; würde man die Pumpe allzu rasch arbeiten lassen, so würde man eine mit unausgenutzter Luft verdünnte Kohlensäure erhalten.

3. Der Kohlensäure-Kalkofen.

Zur Gewinnung der Kohlensäure ist der für ununterbrochenen Betrieb eingerichtete Kalkofen mit einer Vorrichtung zu versehen, welche es gestattet, die sonst aus der Gicht entweichenden Gase zu sammeln und abzuleiten. Dies geschieht, indem man an der Gicht einen Verschluß anbringt und im oberen Teile des Ofens Ableitungsröhren, welche mit einer Saugpumpe verbunden sind, durch die Wand bis ins

Innere gehen läßt. Ein solcher Ofen ist in Fig. 122 im Vertikaldurchschnitte und in Fig. 123 in einem, in der Höhe der Roste genommenen Horizontaldurchschnitte dargestellt.

A ist der kegelförmig gestaltete, mit Chamottesteinen ausgekleidete Ofenschacht, dessen äußere, aus Ziegelsteinen ausgeführte Wandung häufig mit einem eisernen Mantel umhüllt wird, um einem Eindringen von Luft durch die Fugen und durch entstehende Risse vorzubeugen. Rings um denselben liegen die drei Feuerungen *BBB*, die hier als Schüttöfen eingerichtet sind. Die Luft tritt teils durch den horizontalen Kanal *a* und den denselben begrenzenden vertikalen Rost, teils durch den Aschenfall *b* und den Horizontalrost zu dem Brennmateriale. Die Glut geht aus dem Feuerraume zunächst durch den aus feuerfesten Steinen gebildeten Vertikalrost *c* in den Kanal *d*, wird durch das vorgelegte Mauerwerk *e* geteilt und gelangt bei *ff* in den Ofen, so daß sie an sechs verschiedenen Stellen einströmt und sich gleichförmig im ganzen Schachte verteilt. Die obere Fülläffnung der Feuerungen, der Luftzuführungskanal *a*, der Aschenfall *b*, sowie die nach außen führende Öffnung der Kanäle *g*, sind durch dicht schließende Thüren oder eiserne Vorsetzstücke luftdicht absperrbar, um den Zutritt der Luft genau und willkürlich regeln zu können.

In die Gicht des Ofens ist der eiserne Aufsatz *C* eingesetzt, der sich in dem Rohre *D* fortsetzt, um unter Umständen einen starken Zug hervorbringen zu können. In dem Aufsatze befindet sich die Drosselklappe *h*, durch welche derselbe abgesperrt werden kann, und außerdem eine zum Eintragen der Kalksteine dienende dicht verschließbare Öffnung *i*.

Die Ableitung der Gase erfolgt durch zwei weite eiserne Röhren *EE*, die durch die Wandung des Ofens gehen und sich außerhalb zu einem Rohre vereinen.

Beim Beginne des Betriebes wird der Ofen mit grob geschlagenen Stücken Kalkstein bis oben gefüllt und das Feuer bei geöffneter Drosselklappe *h* in den drei Feuerstellen entzündet. Man läßt, um möglichst kräftigen Zug zu haben, die Drosselklappe *h* offen, bis nicht allein das untere, den Feuerungen zunächst befindliche Mauerwerk des Ofens zum Glühen gekommen ist, sondern auch im unteren Teile des Ofens der Kalkstein stark glüht. Alsdann schließt man die Drosselklappe, sowie sämtliche Öffnungen des Ofens, soweit dieselben nicht zur

Luftzuführung der Feuerung bestimmt sind, und setzt die Luftpumpe in Bewegung.

Die Luftpumpe oder Kohlensäurepumpe erzeugt im Ofen einen luftverdünnten Raum, der durch den Druck der Atmosphäre sofort ausgeglichen wird. Es wird dabei die Luft überall da einströmen, wo sie den geringsten Widerstand findet; sind alle Öffnungen des Ofens mit Ausnahme von denen bei *a* und *b* dicht verschlossen, so bleibt der Luft kein anderer Weg in den Ofen als durch das Feuer.

Nach einiger Zeit wird der Kalk im unteren Teile des Ofens gar gebrannt sein. Man öffnet dann einen der eisernen Verschlüsse der drei am Boden angebrachten Öffnungen *F*, zieht so viel Kalk, wie man mit einer eisernen Krücke erreichen kann, in die davor befindliche Grube *G* und verfährt auf gleiche Weise bei der zweiten und dritten Öffnung *F*. Sobald dieses geschehen und die Öffnungen wieder verschlossen sind, stürzt man frischen Kalkstein von oben durch die Öffnung *i* ein und sorgt dafür, daß der Ofen immer bis oben gefüllt bleibe. Sollten beim Herausziehen des Kalkes die oberen Teile nicht gleichmäßig nachstürzen, so hilft man mittels einer, durch eine der Öffnungen *k* eingeführten Brechstange nach. Diese dicht verschließbaren Öffnungen *k* dienen als Schaulöcher, um den Gang des Ofens zu beobachten.

Die Konstruktion der Öfen unserer Zeichnung ist für die Verbrennung von Kokes berechnet. Will man ein anderes Brennmaterial verwenden, so sind diesem entsprechende Abänderungen an den Feuerungsvorrichtungen anzubringen. In manchen Fabriken benutzt man Braunkohle und verbrennt sie auf Treppenrosten.

Diese älteste aller Kalkofenkonstruktionen leidet an dem Übel, daß bei derselben der Brennmaterialienverbrauch ein sehr hoher und der Gehalt des produzierten Saturationsgases an reiner Kohlensäure ein verhältnismäßig geringer (20—24 %) ist. Der oben geschilderte ideale Zustand, daß die atmosphärische Luft ihren Weg ausschließlich durch das Feuer zu nehmen habe, ist nämlich nie zu erreichen. Sobald die Feuerthüren geöffnet werden, was im Laufe des Tages sehr häufig geschehen muß, dringt ein starker Strom Luft in den Ofen, denselben abkühlend und die Ofengase verdünnend. Ein fortwährender, wenn auch geringerer Strom geht außerdem durch die Ritzen der Feuerthüren.

Die beiden Übelstände werden bei Anlage von Generatorfeuerungen vermieden.

Fig. 122.

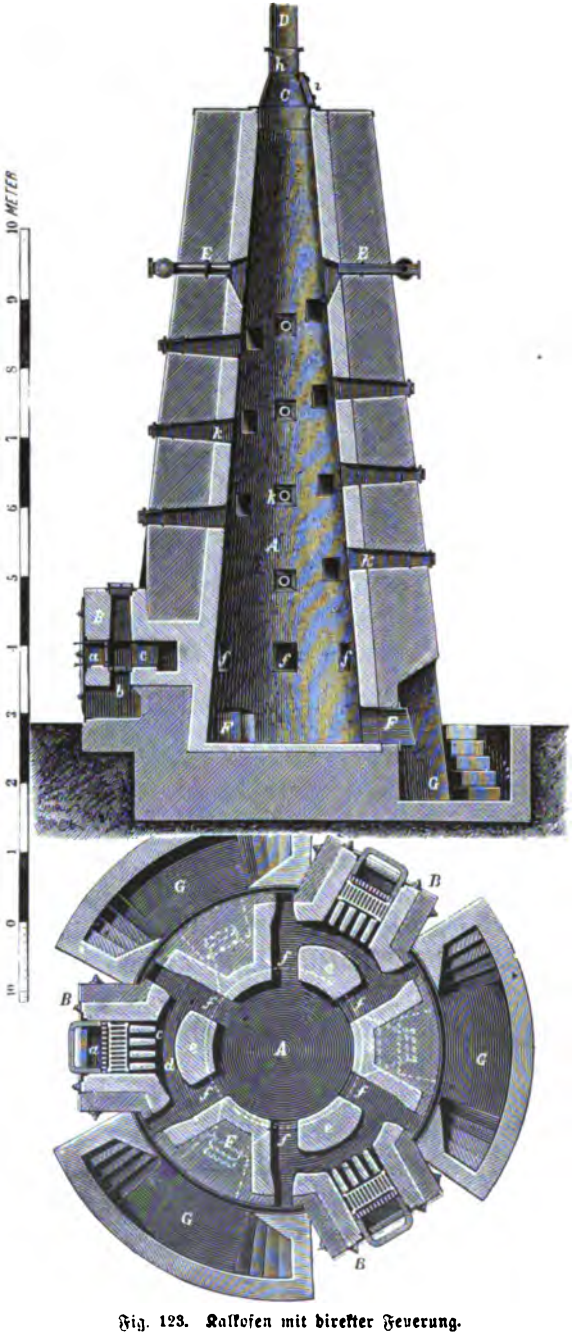


Fig. 123. Kalkofen mit direkter Feuerung.

Die Feuerung mit Generatorgasen unterscheidet sich von der gewöhnlichen dadurch, daß bei letzterer eine vollständige Verbrennung des Heizmateriales auf dem Roste stattfindet, wobei die erzeugte Wärme in den zu erhitzenden Raum, hier also in den Kalkofen, tritt, während bei der Gasfeuerung in dem Generator brennbares Gas erzeugt wird, welches erst im Ofen, in unmittelbarster Berührung mit dem Kalksteine zur Verbrennung kommt.

Um die Gaserzeugung zu verstehen, ist zu berücksichtigen, daß bei der Verbrennung der Heizmaterialien zunächst immer Kohlensäure entsteht und daß diese in Berührung mit glühender Kohle in Kohlenoxyd, ein brennbares Gas, verwandelt wird, vorausgesetzt, daß nicht zu viel Luft zugeführt wird, durch welche das entstehende Kohlenoxyd sofort bei seiner Entstehung wieder zu Kohlensäure verbrennen würde. Würde man z. B. in voriger Zeichnung die Abzüge *c* nicht in gleiche Höhe mit dem Roste legen, sondern sie in dem oberen Teile des Schüttofens anbringen, so würde man diesen in einen Generator verwandeln, indem die unmittelbar über dem Roste beim Verbrennen aus dem Heizmateriale entstehende Kohlensäure in den oberen Schichten mit dem daselbst befindlichen glühenden Kohlenstoff in Wechselwirkung tritt und in Kohlenoxyd verwandelt wird. Würde dabei eine große Menge von Luft zugeführt werden, so würde das entstehende Kohlenoxyd im Generator selbst wieder verbrannt werden, eine Folge davon würde die Entwickelung einer gewaltigen Glut im Generator, ohne Gewinnung von brennbaren Gasen sein. Wird aber die Luftzufuhr derart bemessen, daß der darin enthaltene Sauerstoff schon beim Durchtritte durch die untersten Schichten des Brennmaterials völlig verbraucht wird, so beschränkt sich die eigentliche Verbrennung auf die untersten Schichten des Heizmateriales, während in den darüber befindlichen die Umwandlung der entstandenen Kohlensäure in Kohlenoxyd erfolgt. Wird der Generator mit Stein- oder Braunkohlen betrieben, so findet eine weitere Gasvermehrung statt, indem diese Stoffe im obersten Teile, ehe sie in eigentliche Glut kommen, eine Zersetzung erfahren, wobei sie brennbare Gase und Dämpfe entwickelt, die sich dem entstehenden Kohlenoxyde beimischen und dann mit diesem gemeinsam im Ofen durch in denselben eingeführte Luft verbrannt werden. Läßt man nun außerdem noch Wasserdampf unter den Rost treten, so wird ein Teil der über dem Roste befindlichen Kohle durch das Wasser ver-

brannt, indem dieses, bei genügender Glut, durch die Kohle derart zersetzt wird, daß der im Wasser enthaltene Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff der Kohle zu Kohlensäure verbindet, während brennbares Wasserstoffgas frei wird. Die dabei entstandene Kohlensäure wandelt sich in Berührung mit dem glühenden Brennmateriale in Kohlenoxyd um, welches mit dem Wasserstoffe gemischt in den Ofen entweicht. Außer der Vermehrung des brennbaren Gases erreicht man durch die Zufuhr des Wasserdampfes den weiteren Vorteil, daß die Roststäbe auf einer niedrigeren Temperatur erhalten und dadurch vor dem Verbrennen bewahrt werden. Das auf diese Weise gewonnene Gas bezeichnet man als Wassermischgas.

Ein derartiger Ofen für Wassermischgas ist in Fig. 124 bis Fig. 127 nach Zeichnungen von C. Kulmiz in Saarau, Schlesien, und in Halbstadt, Böhmen, dargestellt und zwar in Fig. 124 im senkrechten Schnitte, in Fig. 125 im Horizontalschnitte; Fig. 126 ist ein Durchschnitt durch einen Generator für Koksfeuer, Fig. 127 ein Durchschnitt durch einen Generator für sonstiges Brennmaterial. Der Schacht des Ofens ist aus Chamottesteinen erbaut und ringsum mit einem eisernen Panzer umkleidet, um einem Eindringen von Luft durch im Mauerwerke entstehende Risse vorzubeugen. Der zwischen dem Panzer und dem Mauerwerk verbleibende Raum wird mit gut ausgebrannter, gesiebter Asche ausgefüllt. Am Kopfe des Ofens findet sich die gut verschließbare Einschüttöffnung für den Kalkstein, außerdem das Abzugsrohr für die Kohlensäure und endlich ein weiteres, durch eine Drosselklappe verschließbares Rohr, durch welches die Gase entweichen, wenn in der Fabrik kein Bedarf für dieselben ist.

Die Öfen haben gewöhnlich drei, sonst auch vier Generatoren *A*, auf deren Planrosten (nötigenfalls Treppenrosten, wie bei erdigen Braunkohlen), Koks, oder geeignete Steinkohlen, Braunkohlen, oder Gemenge derselben in hoher Schüttung vergast werden. Dabei wird gleichzeitig und ununterbrochen Wasser aus dem unter den Generatoren liegenden Wasserschiffen durch die vom Roste her ausgestrahlte Wärme verdampft. Der in den Generator eindringende Dampf zersetzt sich dabei in oben angegebener Weise und liefert mit dem im Generator gebildeten Kohlenoxyd das Mischgas, welches erst im Kalkschachte *B* verbrennt. Die dazu erforderliche Luft wird entweder durch die drei Kalkabzüge C^1, oder zweckmäßiger durch ein im Mittelpunkte des

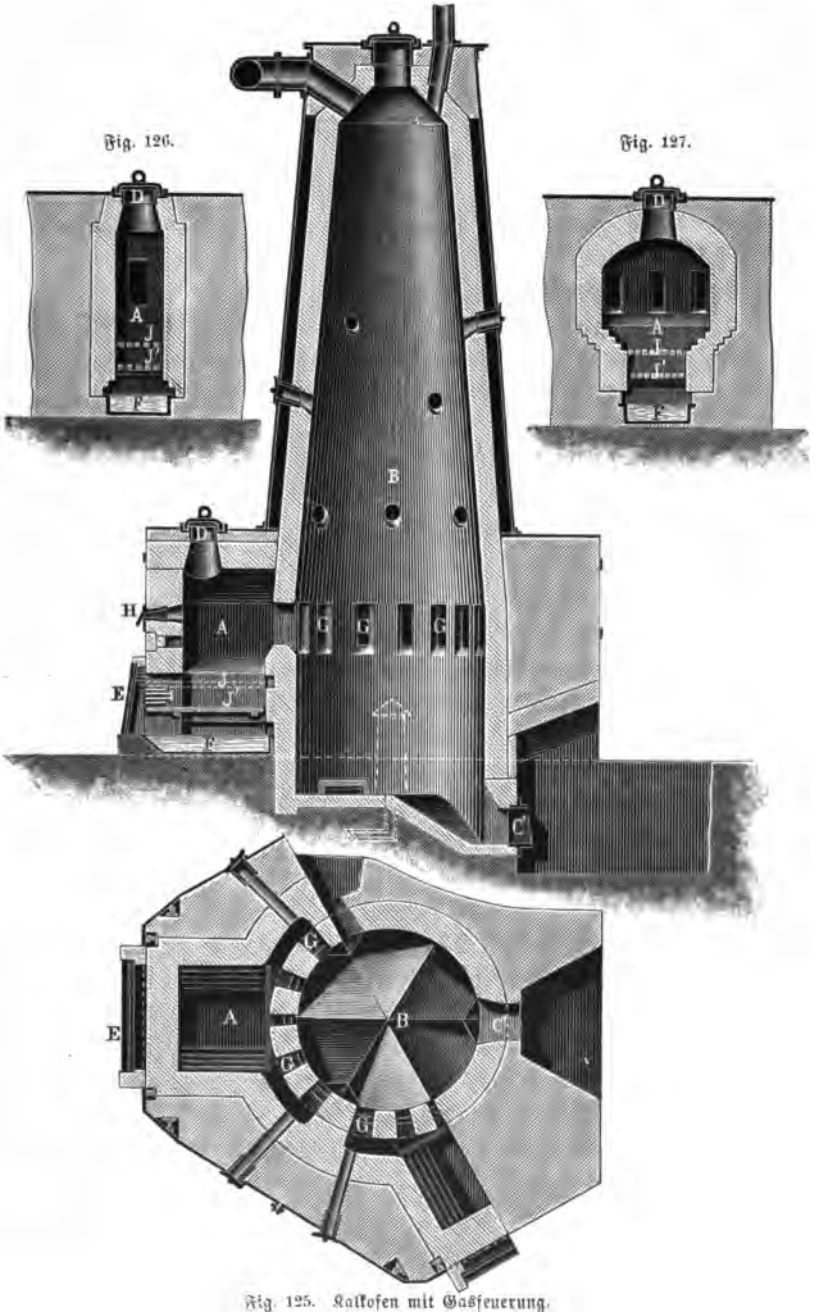


Fig. 125. Kalkofen mit Gasfeuerung.

Schachtes angeordnetes, in der Zeichnung punktiert dargestelltes Rohr, welches, um ein Hineinfallen von Kalkstücken zu verhüten, mit einer kegelförmigen Haube versehen ist, angesogen. Bei Anordnung dieses Rohres, in das die Luft durch einen durch das Mauerwerk geführten Kanal tritt, sind die Kalkabzugsöffnungen dicht geschlossen zu halten und nur für die kurze, zum Entleeren des Kalkes erforderliche Zeit zu öffnen. Diese mittlere Luftzuführung bietet einen wesentlichen Vorteil, insofern die Verbrennung des Gases in die Mitte des Ofens verlegt wird, während sie ohne dieselbe vorzugsweise in der Nähe der Ausströmungsöffnungen der Gaszufuhrkanäle, also an den Wandungen des Ofens erfolgt, wobei das Mauerwerk durch die daselbst im Übermaße erzeugte Hitze mehr oder weniger leidet. In beiden Fällen wird die Luft durch den im unteren Teile des Ofens vorhandenen noch heißen Kalk stark angewärmt, wodurch die Verbrennung der Gase begünstigt wird. Die rings um den Schacht in gleichmäßigen Abständen verteilten Ausströmungsöffnungen des Gases *G* liegen verhältnismäßig hoch über der Sohle des Ofens. Da unterhalb der Gasausströmungsöffnungen keine Erhitzung mehr erfolgt, so wird hierdurch ein entsprechend großer Kühlraum geschaffen, dessen Inhalt der halben Größe des Brennraumes gleichkommt. In dem Kühlraume erfolgt eine weitgehende Abkühlung des Kalkes, wodurch die Arbeiter beim Ausziehen weit weniger belästigt werden, als beim Betriebe solcher Öfen, bei denen ein Kühlraum entweder nicht vorhanden oder zu klein bemessen ist.

Die Zuführung des Brennstoffes geschieht nur durch die mit einfachen runden eisernen Sitzen und Deckeln versehenen Füllöcher *D* am Kopfe der Generatoren.

Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so werden die Generatoren zuerst als gewöhnliche Rostfeuerungen mit schwacher Schüttung des Brennmaterials behandelt. Man giebt dabei nur schwachen Zug und feuert auf diese Weise weiter, bis der Kalk genügend heiß ist, um alles Kohlenoxyd bei genügendem Luftzutritte zu entzünden und vollständig zu verbrennen.*)

Erst dann, wenn dieser Zustand erreicht ist, werden die Generatoren bis oben hin mit Brennmaterial gefüllt, worauf sie als solche

*) Man kann die Inbetriebsetzung des Ofens auch in der Weise bewirken, daß man den unteren Teil desselben mit Holz anfüllt, auf dieses Kalksteine schüttet und es dann anzündet.

zur Thätigkeit gelangen, indem man den Luftzutritt zu dem Hauptroste J' durch das Vorsetzblech E möglichst abschneidet und nur so viel Luft einläßt, wie erforderlich ist, um unten im Generator eine schwache Verbrennung einzuleiten, während im oberen Teile die Umwandlung der Kohlensäure zu Kohlenoxyd erfolgen kann. Dabei ist jeglichem Eindringen von Luft am falschen Orte durch Abdichten aller Ritzen im Generator, wie der Klappen für die gleich zu erwähnenden Hilfsroststäbe, der Schaulöcher, mit weichem Lehme vorzubeugen, da durch die sonst zutretende Luft eine Verbrennung des Gases im Generator erfolgen würde.

Der Ofen und die Generatoren kommen nunmehr in regelrechten Gang, gleichzeitig vermehrt sich die Gasentwickelung, ohne daß deshalb die Generatoren heißer werden. Rechtzeitig muß dabei aber auch darauf geachtet werden, daß genügend Verbrennungsluft in den Schacht eintritt. Fehlt es an Luft, so wird im Ofenschachte nicht genügende Hitze entwickelt, ein Teil des Kohlenoxydes wird dann unverbrannt bleiben und unverwertet von der Kohlensäurepumpe in die Saturation getrieben werden.

Alle acht bis zwölf Stunden, je nachdem das Brennmaterial mehr oder weniger Schlacke liefert, werden die Hilfsroststäbe J über dem Hauptroste J' wagerecht durch die dafür angebrachten Rahmen rasch eingestoßen, bis sie eine Auflage in einer dafür angebrachten Aussparung in der gegenüber liegenden Stirnwand des Generators finden. Dadurch fängt man die darüber liegende Koksschicht ab und kann nun den Hauptrost von Schlacken und Asche reinigen, ohne daß die oberen Brennstoffschichten nachstürzen oder gestört werden.

Oberhalb des Hilfsrostrahmens vorn in der Stirnwand des Generators sind sogenannte Putzlöcher angeordnet, die dazu dienen, Schlacken, welche sich an den Wänden der Generatoren festgesetzt haben, abstoßen zu können. Ferner ist am Gewölbe der Feuerungen die Anbringung kleiner Werk- oder Schaulöcher H empfehlenswert, welche aber für gewöhnlich luftdicht zu halten sind. Öffnet man ein solches Schau- oder Putzloch, und ist nicht ein Überdruck im Generator, wodurch das Heizgas austreten würde, so strömt natürlich atmosphärische Luft in den Generator und umgiebt den Rand der Öffnung mit einer bläulichen Flamme. Dies ist ein sicheres Zeichen dafür, daß der Raum im Generator über dem Brennmateriale ordnungsmäßig mit brenn-

barem Gase gefüllt ist. Sonst darf im oberen Teile des Generators keine Flamme sichtbar werden, wie man überhaupt im Auge behalten muß, daß die Generatoren nur Gaserzeuger sind, während die Verbrennung des Gases nur im Schachte durch die aus den Kalkabzügen, oder durch das Mittelrohr zugeführte Luft stattfinden soll.

Fassen wir die Vorzüge dieses Ofens zusammen, so bestehen dieselben in einer gleichmäßigen und starken Kohlensäureentwickelung, in leichter und bequemer Bedienung der Generatoren, in einem sparsamen Brennmaterialverbrauche, in dem Ziehen des schon im Ofen gekühlten Kalkes, in einer bedeutenden Leistungsfähigkeit, die für ein Kubikmeter des Brennraumes in 24 Stunden 500 kg gebrannten Kalk beträgt, und endlich in langer Haltbarkeit des Ofens. Die aus dem Ofen abströmenden Gase sind möglichst gleichmäßig stark und enthalten 31 bis 33 Proz. Kohlensäure.

So große Vorzüge die Generatoröfen haben, so erfordern sie doch eine fortwährende strenge Kontrolle nicht nur im Laboratorium, sondern auch am Ofen selbst. Vielfach wird daher der *französische* Kalkofen vorgezogen, dessen *Betrieb* ein sehr leichter und einfacher ist, weil er keine besondere Feuerungseinrichtung besitzt.

Dieser in Fig. 128 mit Kalksteinwinde (*A*), Fördergerüst (*B*) und Laveur (*C*) (s. später) zusammen dargestellte Ofen besteht aus einem starken, eisernen Mantel, welcher zwischen Säulen (*D*) aufgehängt und innen mit Chamottemauerwerk (*E*) ausgekleidet ist. Vor Beginn des Betriebes desselben wird der untere Teil des Schachtes mit einer reichlichen Menge Holz und Kokes gefüllt und darauf eine Schicht Kalksteine geschüttet; auf diese schüttet man eine schwächere Schicht Kokes, dann wieder Kalkstein, dann wieder Kokes u. s. w., bis der Ofen voll ist, und zündet an. In dem Maße, wie der Inhalt des Ofens zusammenfällt, oder wie von der Sohle (*F*) der gebrannte Kalk weggenommen wird, füllt man schichtweise Kalksteine und (10—12 Proz. derselben) Kokes durch die Gicht (*G*) nach.

Dieser Ofen ist sehr leistungsfähig und sehr bequem zu handhaben, hat aber dem vorigen gegenüber manche Nachteile. Zunächst ist man bei demselben, im Gegensatze zu dem vorigen, ausschließlich auf die Verwendung von Kokes angewiesen, weil Stein- oder Braunkohlen beim Erhitzen Gase und Teerdämpfe entwickeln, für deren Verbrennung im Ofen keine Gelegenheit ist und die z. T. bis in die Säfte mit-

gehen, dieselben verunreinigend. Außerdem bleiben die Aschenbestandteile des Brennmaterials ihrer ganzen Menge nach im Kalke und verunreinigen denselben. Schließlich aber hat man die Zusammensetzung des Saturationsgases nicht in dem Maße in der Hand, wie bei der Generatorfeuerung. Enthält dasselbe z. B. Kohlenoxydgas, so braucht man bei letzterer nur etwas mehr Luft durch die über der

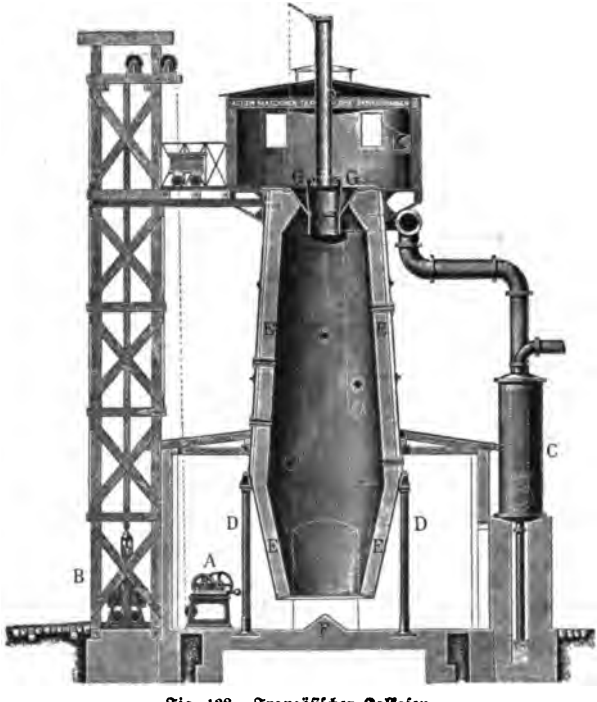


Fig. 128. Französischer Kalkofen.

Sohle befindlichen Thüren einströmen zu lassen, um dasselbe zum Verschwinden zu bringen, enthält es zu viel Sauerstoff, so schließt man die Luftzuführungsöffnungen etwas mehr. Bei dem französischen Ofen ist eine derartige Regulierung ausgeschlossen; man kann besten Falles das Verhältnis zwischen Kalksteinen und Kokes ändern.

4. Reinigung der Kohlensäure.

Die aus dem Kalkofen entweichende Kohlensäure ist zu heiß, um sie unmittelbar in die Pumpe eintreten lassen zu können, sie ist daher

zunächst abzukühlen und von mitgerissenem Staube so weit wie möglich zu befreien. Das erstere erreicht man ziemlich vollständig schon durch die Ableitung, indem das im Freien gelegene, mit der kalten Luft in Berührung befindliche eiserne Leitungsrohr die Wärme ausstrahlt. Die Entfernung von Staub bewirkt man durch Waschen des Gases mit Wasser.

Eine Entfernung der aus dem Brennmateriale herstammenden schwefeligen Säure, welche man früher als Hauptaufgabe der Waschung betrachtete, ist äußerst schwierig und nur mit erheblichen Verlusten an der in Wasser durchaus nicht unlöslichen Kohlensäure zu erreichen. Seitdem die schwefelige Säure als unschädlich für die Säfte erkannt ist, kann diese Aufgabe fortfallen und man kann sich bei dieser Arbeit auf eine Abkühlung und Beseitigung des Flugstaubes beschränken, ohne sich weiter um die geringe Menge der vorhandenen schwefeligen Säure zu kümmern.

Zum Waschen benutzt man meist eine Vereinigung von zwei Apparaten. Behufs der Kühlung gelangt das Gas zunächst in eine abwärts gerichtete cylindrische Erweiterung des Ableitungsrohres, in welche aus einem mit trompetenförmig gestalteten Mundstücke versehenen Rohre kaltes Wasser gespritzt wird. Das Wasser trifft dabei in einer sehr dünnen, sich aber beständig erneuernden Schicht mit dem Gase zusammen, wodurch dasselbe völlig gekühlt und schon hier von dem größten Teile des mitgerissenen Staubes befreit wird. Ein außerhalb befindliches Ventil gestattet die Regelung der Stärke des Wasserstromes. Das Kühlwasser wird auf geeignete Weise abgeleitet und von dem Gase getrennt.

Nach dieser Behandlung läßt man das Gas in den eigentlichen Waschapparat (Laveur) treten. Dieser besteht aus einem eisernen Gefäße, in welchem vier oder fünf Siebplatten in Entfernungen von etwa 10 cm übereinander liegen. In die oberste Siebplatte ist ein eisernes offenes Rohr so eingesetzt, daß seine obere Mündung etwa 2 cm hoch über die Platte hervorragt, während seine untere Mündung dicht über der nächsten Siebplatte in einer kleinen Schale endet. Auf gleiche Weise ist in der zweiten, dritten und folgenden Platte ein solches Rohr angeordnet. Das zu waschende Gas tritt seitlich dicht über dem Boden und unter der untersten Siebplatte ein und oben über der höchsten Siebplatte wieder aus, von wo es zur Pumpe strömt. Läßt man, während die Pumpe in Thätigkeit ist, einen Wasserstrom auf die

oberste Siebplatte fließen, so bildet sich hier eine Wasserschicht, deren Höhe von dem Abstande des Randes der in die Platte eingesetzten Röhre von der oberen Kante der Platte bedingt ist. Das durch die Pumpe angesogene Gas dringt durch die feinen Öffnungen der Siebplatte, verhindert dadurch den Abfluß des Wassers durch dieselben, und wird in ebenso viele feine Strahlen zerlegt, wie Öffnungen in der Platte vorhanden sind.

Das Wasser fließt durch das Rohr auf die zweite Platte, wo sich dasselbe wiederholt, ebenso auf allen übrigen Platten, bis es, unten angelangt, durch ein Rohr in einen Brunnen läuft. Das Abflußrohr mündet unter dem Wasserspiegel des Brunnens, um ein Ansaugen von Luft zu verhindern.

Es ist ersichtlich, daß hier die Reinigung mit einem verhältnismäßig geringen Aufwande von Wasser erfolgen muß, da das Gas, durch die Sieböffnungen in außerordentlich viele feine Strahlen zerteilt, in innigste Berührung mit dem Wasser kommt, und da dasselbe Wasser so oft wiederholt verwandt wird, wie Platten im Apparate vorhanden sind.

Dieser Waschapparat hat jedoch den Übelstand, daß die Eisenteile durch die gleichzeitige Einwirkung der Kohlensäure und des Wassers nach kurzer Zeit zerstört werden. Man beschränkt daher zweckmäßig die Verwendung des Eisens soviel wie thunlich und giebt der ganzen Vorrichtung die in Fig. 129 dargestellte Form. An das am Kalkofen befindliche Ableitungsrohr der Kohlensäure schließt sich bei *a* das Kühlrohr *A* an, in welches oben das in einem trompetenförmigen Mundstücke endende Einspritzrohr *b* eintritt. Die Verlängerung des Rohres *A* mündet in der eisernen 2 m hohen und 0,4 m weiten, unten offenen Glocke *B*, welche auf einem Mauersockel in dem in Cementmauerwerk ausgeführten Behälter *C* von 1,480 m lichter Weite und 1,300 m lichter Höhe ruht. Das Kühlwasser fließt aus der, durch Wasser abgesperrten Glocke ab und wird durch das Rohr *c* abgeleitet. Das Gas tritt durch das Rohr *D* in den zweiten, ebenfalls aus Cementmauerwerk gefertigten Behälter *E*, in welchem auf einem durchlöcherten Boden eine Schicht von Kalksteinen sich befindet durch welche das Gas vielfach verteilt und in allseitige Berührung mit dem Wasser gebracht wird, mit dem der Behälter bis zu der in der Zeichnung angegebenen Höhe gefüllt erhalten wird. Ein Abflußrohr *d*, welches in der mit Wasser gefüllten, kleinen Cysterne *e* mündet, regelt den richtigen

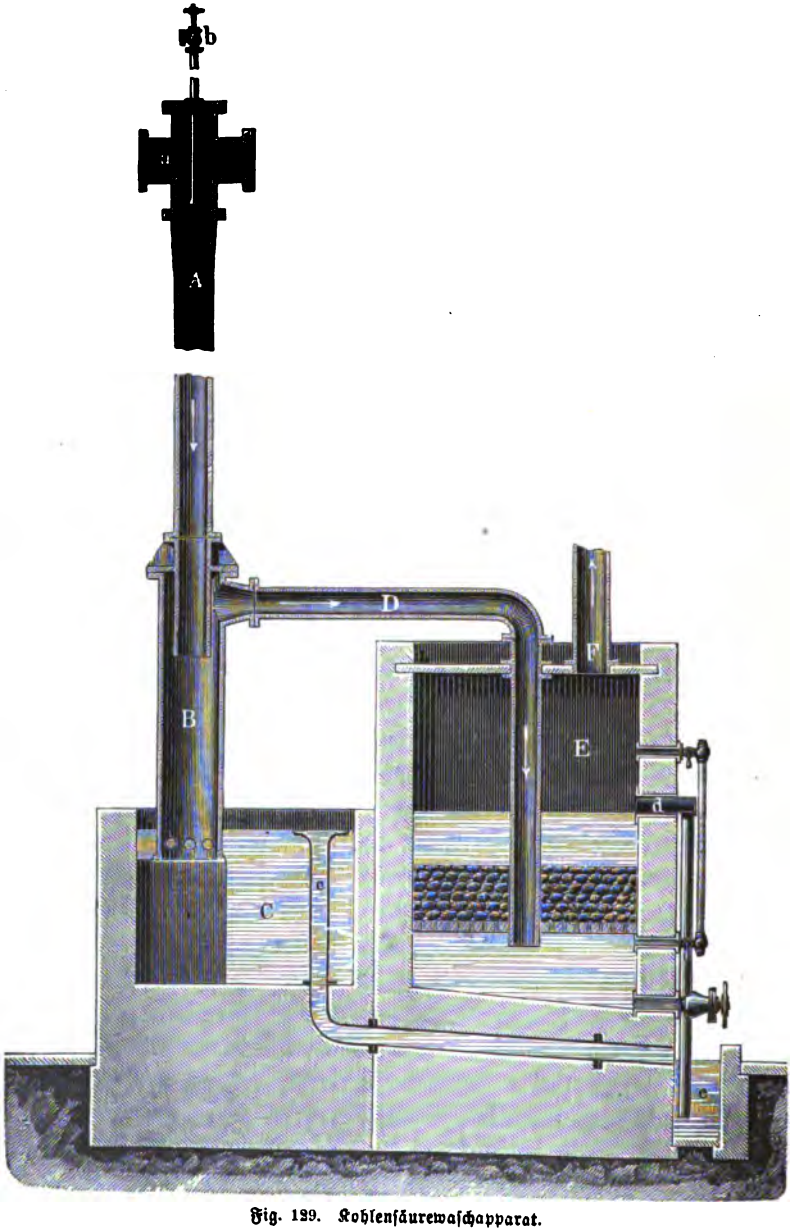


Fig. 129. Kohlenſäurewaſchapparat.

Wasserstand. Das gereinigte Gas wird durch die mit dem Rohre F in Verbindung stehende Pumpe abgesogen. Zur gänzlichen Entleerung des Behälters E ist an der tiefsten Stelle desselben ein Ventil angebracht. Ein an der Außenwand befindlicher Wasserstandszeiger läßt die Höhe der Wasserschicht erkennen.

5. Die Kohlensäure-Luftpumpe.

Zum Absaugen der Kohlensäure vom Kalkofen und zur Fortführung derselben zur Saturation dienen entweder doppelt wirkende Saug- und Druckpumpen oder, seltener, Dampfstrahlgebläse. Bei der Verwendung der Pumpen ist vor allem auf die richtige Abmessung der Größenverhältnisse derselben Rücksicht zu nehmen, damit dieselben nicht allein die im Kalkofen entstehende Kohlensäure gleichmäßig absaugen, sondern auch die zur Verbrennung der Heizstoffe erforderliche Luft zuführen können. Nach Berechnungen von A. Heintz kann man annehmen, daß aus 180 kg Kalkstein 100 kg gebrannter Kalk und 80 kg Kohlensäure, bei einem Verbrauche von 25 kg Kohlenstoff im Brennmateriale gewonnen werden, und daß die aus dem Ofen abströmenden Gase, deren Kohlensäuregehalt rund 30 Proz. beträgt, einen Raum von 300 cbm einnehmen. Hiernach würde ein Kalkofen, welcher täglich 100 metr gebrannten Kalk liefert, 30000 cbm Gas geben und es müßte die Pumpe, bei zwanzig wirklichen Arbeitsstunden, in der Minute 25 cbm Leistungsfähigkeit haben. Dieses ist das geringste Maß der Leistungsfähigkeit, besser ist es, dieselbe etwa $1^1/_2$ Mal so groß zu nehmen. Sehr wichtig ist es ferner, daß die Kohlensäurepumpe von anderen Apparaten unabhängig angebracht werde, damit ihre Geschwindigkeit völlig dem Gange des Kalkofens angepaßt werden kann. Ihr Schwungrad soll möglichst nur 30 bis 40 Umdrehungen in der Minute machen, die Bewegung muß aber im Notfalle bis auf 55 Umdrehungen gesteigert werden können.

Die Pumpen werden entweder mit Klappenventilen oder mit Schiebersteuerung konstruiert. Eine Pumpe mit Klappenventilen ist in Fig. 130 im Längendurchschnitte, in Fig. 131 im Querdurchschnitte gezeichnet. Sie besteht aus einem liegenden Cylinder A, in welchem der Kolben B, durch direkte Verbindung mit der Kolbenstange einer Dampfmaschine, bewegt wird. Der Cylinder kommuniziert an seinen beiden Enden mit den Ventilkammern C C^v, in welchen die Saugventile a

und a' ſich befinden, und über demſelben befindet ſich eine weitere Kammer D mit den Druckventilen b b'. In dem zwiſchen den Ventilen a und a' befindlichen Raume mündet der Rohrſtutzen E, in der Ventilkammer D der Rohrſtutzen F. Erſterer E bildet das Ende der Ableitungsröhre der Gaſe vom Kalkofen, letzterer F iſt der Anfang

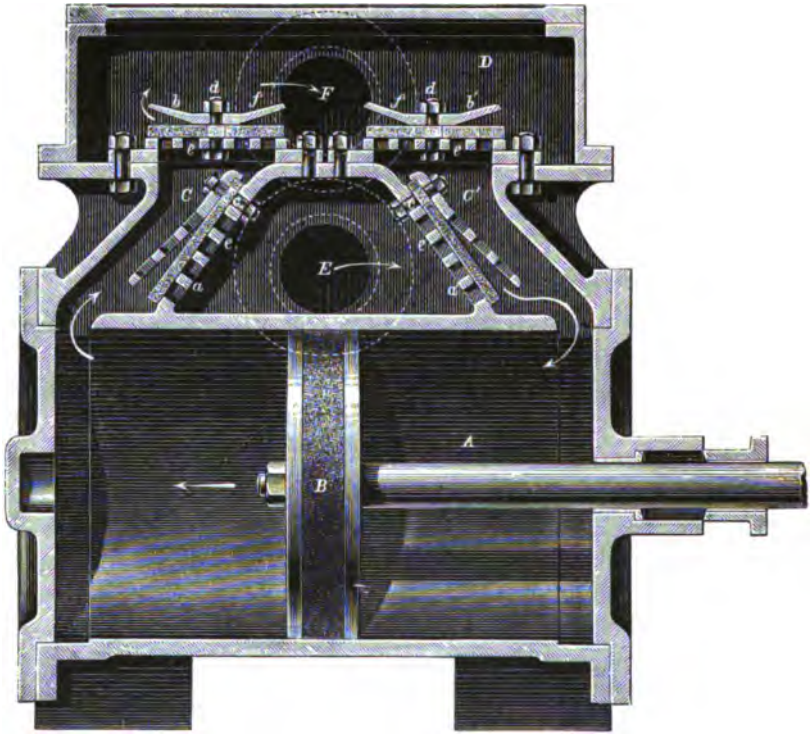


Fig. 130. Kohlenſäurepumpe, Längsſchnitt.

der zu den Saturationsgefäßen führenden Leitung. Die Ventile beſtehen aus Kautſchukklappen, bei a und a' werden die letzteren durch an ihrem Ende, bei b und b' durch in ihrer Mitte angebrachte Schrauben c und d in ihrer Lage erhalten. Die Kautſchukplatten ruhen auf mit großen Öffnungen durchbrochenen Eiſenplatten e, während die Platten f (Klappenfänger) einer zu weiten Öffnung der Ventile vorbeugen.

Bewegt ſich der Kolben in dem Cylinder in der Richtung des Pfeiles der Figur, ſo ſtrömt das von dem Waſchapparate kommende

Gas durch das Rohr *E* ein, hebt die Kautschukklappe des Ventils *a'*, tritt in die Ventilkammer *C'* und erfüllt den hinter dem Kolben *B* liegenden Teil des Cylinders *A*. Zugleich wird das in dem anderen Teile des Cylinders befindliche Gas verdichtet, wird in die Ventilkammer *C* verdrängt, hebt die Kautschukplatte des Ventils *b* und ent-

Fig. 131. Kohlensäurepumpe, Querschnitt.

weicht in die Leitung *F*. Sobald der Kolben seinen Rückgang nimmt, wird das im Cylinder befindliche Gas komprimiert, wodurch die Kautschukplatte des Ventils *a'* auf ihre Unterlage gepreßt, dagegen die Kautschukplatte des Ventils *b'* gehoben wird, sodaß das Gas wieder bei *F* abströmen kann. Gleichzeitig wird durch die saugende Wirkung die Kautschukklappe des Ventils *a* gehoben, Gas strömt durch *E* ein, erfüllt den Cylinder u. s. f. Durch diese Stellung der Ventile wird

sowohl ein ununterbrochenes Saugen wie ein gleichzeitiges Drücken herbeigeführt, indem, je nach der wechselnden Stellung des Kolbens, das Gas durch das eine Ventil seinen Eingang findet, während es durch das andere abströmt. Bei jeder in der Richtung des Pfeiles erfolgenden Bewegung des Kolbens nimmt das Gas seinen Weg in der Richtung der in die Figur eingezeichneten Pfeile, während bei der umgekehrten Bewegung des Kolbens die anderen der beiden zusammengehörenden Ventilpaare benutzt werden.

Eine Kohlensäurepumpe mit Schiebersteuerung ist in Fig. 132 dargestellt. Der Pumpencylinder *A* hat einen Durchmesser von 600 mm, die vom Kolben durchlaufende Bahn hat eine Länge von 550 mm. Die Bewegung des Pumpenkolbens erfolgt von dem Dampfcylinder *B*, dessen Kolben mit dem Kolben der Pumpe direkt verbunden ist. Der Eintritt des Gases in die Pumpe erfolgt durch die Schieberkammer und dieses nimmt, je nach der Stellung des Schiebers, seinen Weg durch die Kanäle *D* und *E* in den Cylinder, um bei der entgegengesetzten Bewegung des Kolbens in die Druckleitung geführt zu werden. Die Schiebervorrichtung ist genau auf dieselbe Weise konstruiert und funktioniert ebenso wie bei der Dampfmaschine und bedarf daher keiner weiteren Erklärung.

Durch die Pumpe wird das Gas in eine allen Saturationsgefäßen gemeinschaftliche Röhrenleitung getrieben und in derselben auf einem Drucke erhalten, der genügend groß ist, um den Gegendruck der Saftmassen in den Saturationsgefäßen überwinden zu können. Dieser Druck wird durch ein am Ende der Röhrenleitung befindliches, entsprechend belastetes Sicherheitsventil geregelt. Die Pumpe arbeitet so, daß sie beständig mehr Gas in die Druckleitung fördert, als dem Bedarfe entspricht. Da der Überschuß durch das Sicherheitsventil ausströmt, so wird auf diese Weise der Druck stets auf einer gleichmäßigen Höhe erhalten.

6. Kohlensäure-Dampfstrahlinjektor.

An Stelle der Kohlensäurepumpen hat man in manchen Fabriken ein Dampfstrahlgebläse gesetzt; welches von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover vielfach verbessert worden ist. Gegenüber der Luftpumpe hat es den Vorteil, daß sein Anschaffungspreis ein bedeutend geringerer und daß es so gut wie keiner Abnutzung unterworfen

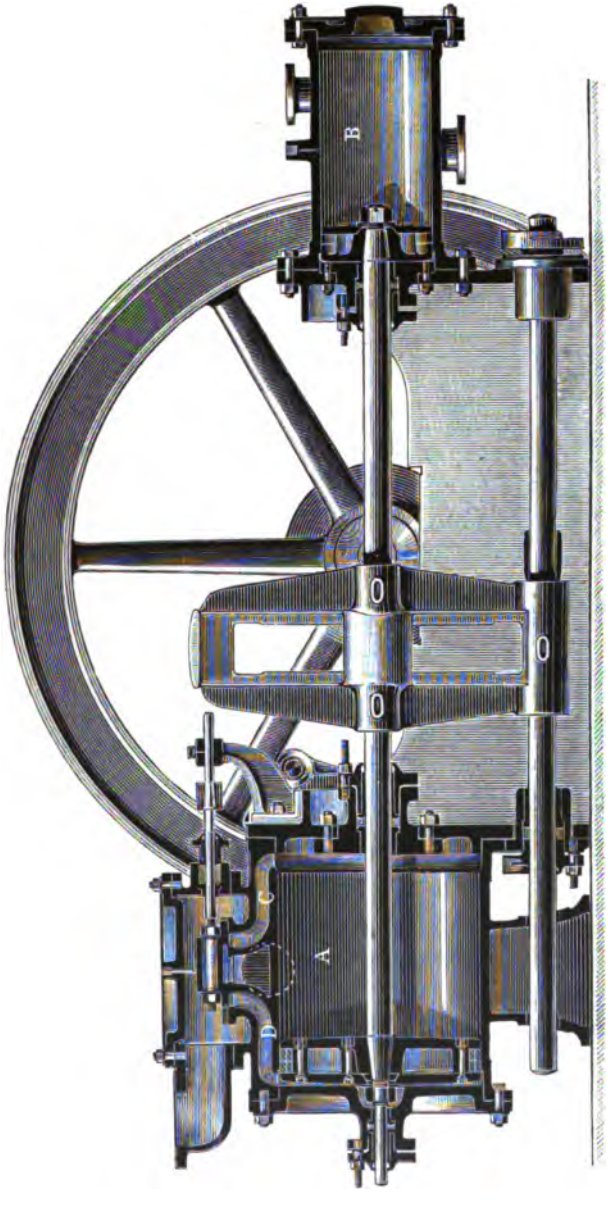


Fig. 132. Kohlensäurepumpe mit Schiebersteuerung.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

ist. Der Apparat hat in seiner ursprünglichen Form den Nachteil, daß die Gesamtmenge des zur Bewegung des Gases und zur Überwindung der Widerstände erforderlichen Dampfes in den Gasstrom eingeblasen wurde und so mit dem Gase in die Scheidepfanne gelangte, wodurch eine Verdünnung des Saftes herbeigeführt wird. Man hat dies dadurch vermieden, daß man das Gebläse zwischen die zwei Waschapparate aufgestellt hat, um im letzten Waschapparate die Verdichtung des Dampfes sich vollziehen zu lassen.

Fürchtet man durch diese Anordnung die Wirkung der Waschvorrichtung zu gefährden, so läßt man das Gemisch von Kohlensäure und Dampf vor seinem Eintritte in die Saturationsgefäße durch einen Behälter gehen, in welchem sich der Wasserdampf durch Abkühlung verdichtet.

Fig. 133. Körting'sches Gebläse.

Die Wirkung des Körting'schen Gebläses beruht auf dem Ausströmen von gespanntem Dampf aus engen Düsen, wobei die Bewegung des Dampfes sich auf die Kohlensäure, welche durch eine weite Röhre der Dampfdüse zugeleitet wird, fortpflanzt und diese so mit fortreißt. Ein solches Gebläse ist in Fig. 133 in äußerer Ansicht dargestellt.

In dem cylindrischen Körper *A* befindet sich die Dampfdüse, der der Dampf durch das Rohr *B* zugeführt wird; die Dampfausströmung wird durch die Spindel *C* geregelt. Durch den Rohrstutzen *D* und eine daran angesetzte Rohrleitung ist der Körper *A* mit der Waschvorrichtung verbunden. Die Kohlensäure wird durch *E* der Kühlvorrichtung zugeführt. Das belastete Ventil *F* regelt den Druck in der Kohlensäureleitung.

Seines hohen Dampfverbrauches wegen wird das Körting'sche Gebläse wohl kaum irgendwo als alleiniger Apparat zur Förderung der Kohlensäure verwendet. An Stelle einer Reservepumpe, zur Bewegung kleinerer Mengen Kohlensäure, wo zugleich ein Anwärmen des Saftes stattfinden soll, z. B. bei der letzten Saturation, besonders aber bei der Darstellung der schwefeligen Säure, ist es hingegen sehr zu

empfehlen. Bei Benutzung desselben muß übrigens berücksichtigt werden, daß es nicht mehr als 2—3 m Saftsäule zu überwinden im stande ist.

7. Darstellung der schwefeligen Säure.

Die Gewinnung der schwefeligen Säure erfolgt durch Verbrennen von Schwefel in geschlossenen Gefäßen durch Zuführung von Luft. In Bezug auf die Art der Luftzufuhr kommen bei den benutzten

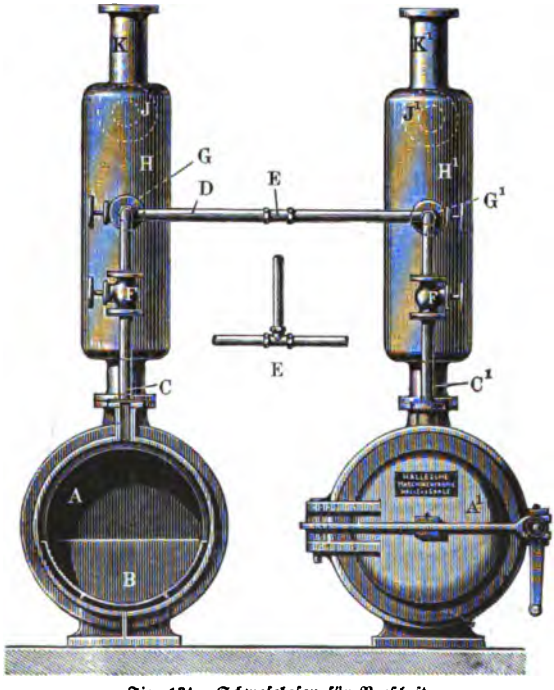


Fig. 134. Schwefelofen für Preßluft.

Apparaten zwei verschiedene Formen vor. Entweder wird die Luft, durch Pumpen verdichtet, in den Verbrennungsraum getrieben, oder sie wird durch einen hinter dem Verbrennungsraume angebrachten Dampfstrahlapparat angesogen. In beiden Fällen wird die schwefelige Säure in den zu den Saturateuren führenden Leitungen genügend verdichtet, um den ihr entgegenwirkenden Saftdruck überwinden zu können.

Ein mit einer Druckpumpe arbeitender Apparat ist in Fig. 134 in vorderer Ansicht, links im Durchschnitte, und in Fig. 135 im Längs-

ſchnitte dargeſtellt. AA' ſind zwei gußeiſerne Cylinder von 1 m Länge, die vorn durch Thüren luftdicht verſchließbar ſind. In jeden der Cylinder wird eine mit Schwefel gefüllte Schale B geſchoben. Zur Zuführung der Verbrennungsluft dienen die beiden, durch ein Querrohr D untereinander verbundenen Röhren CC'. In der Mitte von D tritt das von der Luftkompreſſionspumpe kommende Rohr E

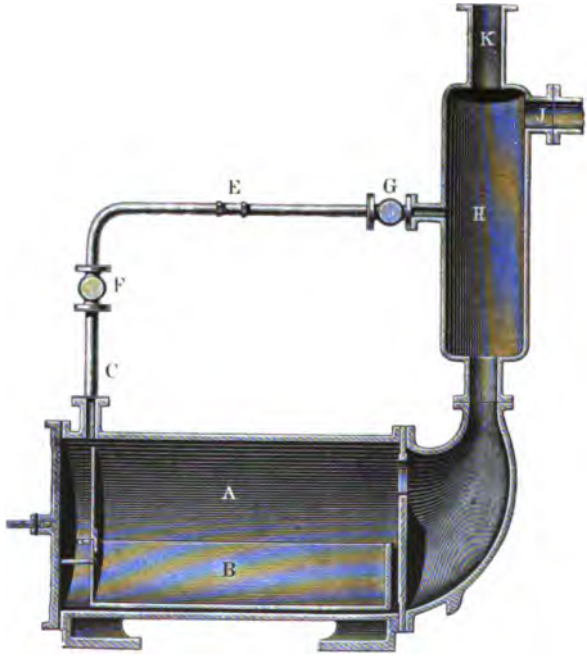


Fig. 135. Schwefelofen für Preßluft.

in D ein. Durch die Ventile FF' kann die Menge der zu jedem Ofen gelangenden Luft geregelt, oder auch der eine, oder der andere, beliebig ausgeſchaltet werden. Die ſchwefelige Säure tritt am Ende des Ofens durch ein aufwärts gekrümmtes Rohr in den Cylinder H, in welchem durch das Ventil G noch etwas Luft eingeblaſen wird, um Schwefeldampf, welcher bei ungenügendem Zutritte von Luft im Ofen ſich bildet, zu verbrennen. Durch das oben am Cylinder ſeitlich angeſetzte Rohr J entweicht die ſchwefelige Säure, durch den Druck der gepreßten Luft getrieben, zu den Saturationsapparaten. Der

während des Betriebes oben verschlossene Rohransatz *K* dient zum Reinigen des Cylinders *H*, wenn sich in demselben größere Mengen von Schwefeldampf verdichtet haben sollten.

Bei der anderen, in Fig. 136 dargestellten Form wird der Schwefel in einem schlittenförmigen Behälter *d* in den vorn offen bleibenden Ofen *A* eingeführt. Das Ansaugen der Luft und die Fortführung der schwefeligen Säure erfolgt durch das Dampfstrahlgebläse *B*, dem der durch die Spindel *c* zu regelnde Dampf durch *b* zuströmt. Die

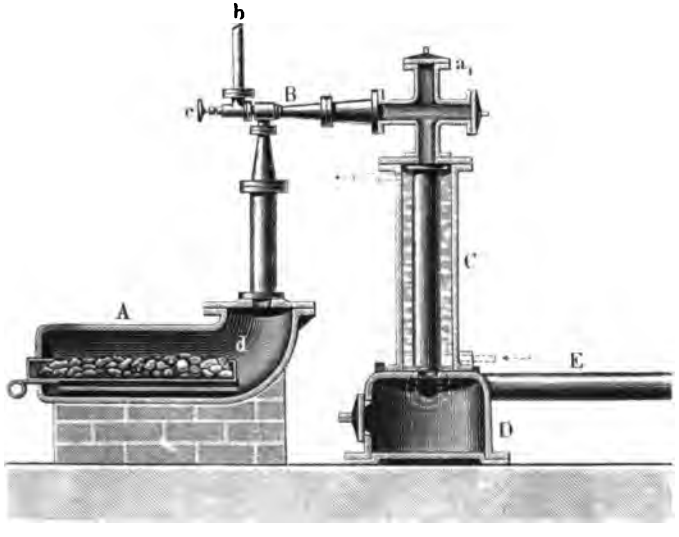


Fig. 136. Schwefelofen mit Körting'schem Gebläse.

schwefelige Säure geht zunächst durch den mit einem Mantel umhüllten Cylinder *C*, in welchem sie, durch im Mantel ihr entgegenströmendes kaltes Wasser, abgekühlt und damit von Schwefeldämpfen befreit wird. Der verdichtete Schwefel sammelt sich in dem Behälter *D* und kann durch ein seitlich angeordnetes Mannloch leicht entfernt werden. Die schwefelige Säure tritt in die Hauptleitung *E* und von hier durch Abzweigungen zu den Saturationsapparaten. Die Verbindungen der Zweigröhren mit den Saturationsapparaten wird durch weite Kautschukröhren hergestellt, welche mittels Quetschventilen geschlossen werden können. Die Ausströmung des Gases in die zu saturierende Flüssigkeit erfolgt entweder durch eine aus Blei angefertigte, durchlöcherte Spirale

oder durch ein Saturationsgebläſe, welches dem früher (S. 243) beſchriebenen Kohlenſäureſaturationsgebläſe gleich iſt.

Einen Apparat neuerer Konſtruktion von genannter Firma ſtellt Fig. 137 dar.

Fig. 137. Neuerer Körting'ſcher Schwefelofen.

Sein Hauptbeſtandteil iſt der im oberen Teile angebrachte Dampfſtrahl-Luftdruckapparat *(L)*, welcher zum Abſaugen der im Schwefelofen *O* durch Verbrennen von Schwefel entſtandenen ſchweſeligen Säure und zur Förderung derſelben in die Saturationspfannen dient.

Damit der Luftdruckapparat nicht geschädigt wird und damit auch die Gase nicht zu warm in die zu behandelnde Flüssigkeit gelangen, sind im Teile *K* Kühler angebracht, welche mit der Wasserleitung in Verbindung zu bringen sind. Durch das Rohr *R* geht sodann die schwefelige Säure zu den Saturationsgefäßen.

Die Luftdruckapparate werden aus Hartblei oder aus Eisen mit

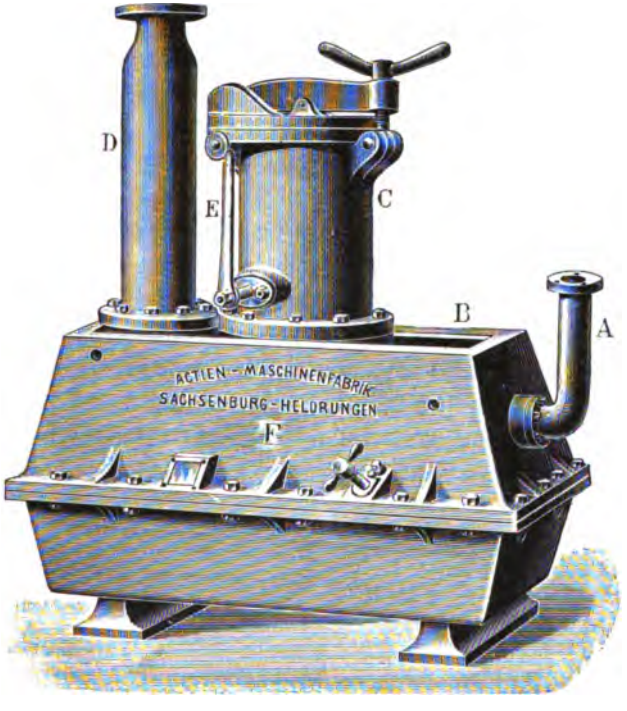


Fig. 138. Sachsenburger Schwefelofen.

Hartbleifutter hergestellt, Schwefelofen, Kühler und Rohrleitung bestehen aus Gußeisen, letztere wird auch innen verbleit geliefert.

Ein ebenfalls beliebter Ofen zur Gewinnung von schwefeliger Säure, welchen die Aktien-Maschinenfabrik Sachsenburg-Heldrungen konstruiert hat, ist in Fig. 138 dargestellt. Derselbe besteht aus einem sargförmigen Verbrennungsgefäße *F*, in welchem eine Schale zur Aufnahme des Schwefels aufgestellt ist. Die zur Verbrennung nötige Luft tritt in dieses Gefäß durch das Rohr *A* ein, das Gas durch das mit

Kühlung versehene Rohr *D* aus demselben aus. Der Deckel des Ofens ist auf seiner Oberseite *B* vertieft; diese Vertiefung ist während des Betriebes zwecks Kühlung mit Wasser gefüllt zu halten. Der mit einem leicht zu öffnenden Deckel versehene Dom *C* enthält eine Drosselklappe, deren Griff in der Abbildung mit *E* bezeichnet ist; will man dem Ofen Schwefel zuführen, so wird diese Drosselklappe geschlossen, der Dom aber geöffnet und mit Schwefel gefüllt. Nachdem man dann den Deckel wieder zugeschraubt hat, läßt man den Schwefel durch Drehung der Klappe in die im Ofen stehende Schale fallen. Der Schwefel wird vermittelst eines glühend gemachten eisernen Stabes entzündet, den man durch ein an der Seite des Ofens angebrachtes Loch hindurch steckt. Der Handgriff des Stöpsels, mit welchem dieses Loch für gewöhnlich verschlossen ist, ist in der Abbildung zu sehen. Durch ein ebenfalls in der Zeichnung sichtbares Schaufenster kann man das Innere des Apparates beobachten.

Bei der Verwendung der schwefeligen Säure hat man sorgfältig jede Übersaturation zu vermeiden und die Zuführung derselben zu unterbrechen, sobald der gewünschte Alkalitätsgrad erreicht ist. Es muß der Saft unter allen Umständen schwach alkalisch bleiben, wenn nicht Inversion des Zuckers eintreten soll (s. S. 73), die unter Umständen den ganzen Betrieb in Frage stellen kann.

Drittes Kapitel.

Die Filtration.

Zweck der Filtration ist eine vollständige Klärung der Säfte und Abscheidung aller der darin verteilten Trübungen. Früher glaubte man der Filtration eine weit größere Bedeutung zuschreiben zu sollen und meinte durch dieselbe eine wesentliche Reinigung der Säfte zu erzielen. Diese Meinung ist dadurch entstanden, daß das damals zur Filtration verwandte Material, die Knochenkohle, die Fähigkeit besitzt, gewisse Stoffe, namentlich Farbstoffe, Kalk, manche Salze, wässerigen Lösungen zu entziehen und sie vermöge der ihr eigentümlichen Flächenanziehungen auf sich niederzuschlagen. Man hielt diese Wirkung für so bedeutungsvoll, daß man ohne Knochenkohle überhaupt nicht arbeiten und nicht genug dieses kostbaren Materiales verwenden zu können glaubte, obwohl man bald die Beobachtung machen mußte, daß ein Teil der von der Kohle aufgenommenen Stoffe, namentlich die Salze, nur wenig fest von derselben gebunden, und bei der notwendigen Aussüßung von dem Waschwasser wieder aufgenommen werden. Da diese Waschwasser nicht verloren gegeben werden können, sondern dem Safte wieder beigemischt werden müssen, so werden die durch die Knochenkohle dem Safte entzogenen Salze wieder in den Saft zurückgeführt und somit wird dieses Resultat der Arbeit vernichtet.

In Wirklichkeit beschränkt sich die Wirkung der Kohle auf die Entfernung des im Safte enthaltenen Kalkes, von Farbstoff und, vielleicht, von Peptonen. Diese Leistungen kann man ihr aber abnehmen durch sorgfältige und sachgemäße Behandlung der Säfte in den verschiedenen Stationen der Scheidung und Saturation, sodaß

man jetzt im allgemeinen die Kohle nur als einen Regulator betrachtet, der die Fehler, welche auf den genannten Stationen begangen sind, wieder gut machen soll.

Den ersten Anstoß zu dieser Erkenntnis gegeben zu haben, ist das große Verdienst von G. Fr. Meyer in Braunschweig, der im Jahre 1878 eine Arbeit veröffentlichte, in welcher er das Verkehrte der bis dahin üblichen Behandlungsweise der Säfte nachwies. Der Glaube an die Unentbehrlichkeit der Knochenkohle war damals allgemein, sodaß Meyer's Mitteilungen von den meisten mit Mißtrauen, von vielen mit Spott und Hohn aufgenommen wurden.

Heute ist fast überall die Knochenkohlenstation durch einfachere Vorrichtungen ersetzt. Ebenso wie die hydraulischen Pressen durch die Diffusion verdrängt worden sind, ebenso ist an Stelle der Knochenkohlenfiltration die mechanische Filtration getreten, die Filter mit all ihrem Zubehör sind zum alten Eisen und verlorenen Materiale gegangen. Und nicht allein, daß die Rohzuckerfabriken, mit ganz vereinzelten Ausnahmen, sich von der Verwendung der Knochenkohle frei gemacht haben, so verliert sie auch in der Raffinerie immer mehr an Bedeutung. Während man hier bis vor kurzem auf je 100 kg Rohzucker 100 bis 120 kg Knochenkohle nötig zu haben glaubte, arbeitet man jetzt nur noch mit 20 kg und weniger, und verwendet diese geringe Menge vorzugsweise zur Entfärbung der von Nachprodukten stammenden Syrupe.

Da vorliegendes Buch den gegenwärtigen Stand der Rohzuckerfabrikation schildern soll, so erscheint es überflüssig, den Umfang desselben durch eine Beschreibung der Knochenkohlenarbeit zu vermehren.

Von dem Zeitpunkte an, in welchem den geschiedenen Säften die letzte Saturation mit Kohlensäure oder schwefliger Säure zu teil geworden ist, werden dieselben wiederholt der Filtration unterworfen und zwar mindestens zweimal, nämlich ehe sie in die Verdampfapparate gelangen, als Dünnsaft, und nach dem Verlassen derselben, als Dicksaft. In gut eingerichteten Fabriken gehen sie noch beim Übergange aus einem Verdampfapparate in den nächsten durch ein Filter (Mittelsaft- oder Zwischenfiltration).

Diese verschiedenen Filtrationen sind von großer Bedeutung für den ungestörten Fortgang des Betriebes, die Ausbeute an Zucker und die Qualität des letzteren.

Was den Dünnsaft anlangt, so werden sich etwaige Trübungen, die stets in ihm enthalten sind, wenn er mit zu hohem Drucke durch die Filterpressen gegangen ist oder wenn letztere mit zu groben Tüchern bezogen waren, auf den Heizflächen der Verdampfapparate ablagern und auf denselben festbrennen. Die Folge davon ist zunächst, daß die Wärmedurchlässigkeit derselben und damit die Leistungsfähigkeit der Apparate vermindert, außerdem aber noch die Qualität der Säfte verschlechtert wird.

Diese Trübungen bestehen nämlich zum Teil aus organischer Substanz, die durch längeres Erhitzen zersetzt wird und sich dann mit brauner Farbe im Safte löst. Wenn der Saft in den Verdampfapparaten ohne ersichtlichen Grund dunkel wird, trifft häufig den Arbeiter die Schuld, welcher die Filtration zu überwachen hat.

Wenn aber auch der Dünnsaft in völlig klarem, blankem Zustande zur Verdampfung kommt, so tritt doch stets während derselben von neuem Trübung ein, indem gewisse Kalksalze mit steigender Konzentration des Saftes sich ausscheiden. Vom oxalsauren Kalke wissen wir, daß er sich in kalkhaltigen Zuckerlösungen um so reichlicher löst, je mehr Kalk dieselben enthalten, und um so weniger, je konzentrierter dieselben sind. In den Verdampfapparaten nimmt aber mit der steigenden Konzentration des Saftes die Alkalität desselben ab, indem sich aus den in demselben enthaltenen Amiden (Asparagin und dergl.) durch Abspaltung von Ammoniak Säuren bilden, welche Kalk oder Alkalien zu binden vermögen. Infolgedessen muß sich der in den Säften enthaltene oxalsaure Kalk mit dem Vorschreiten der Verdampfung ausscheiden. Von anderen organisch-sauren Kalksalzen ist ein gleiches Verhalten noch nicht exakt nachgewiesen, doch scheinen sich dieselben ähnlich zu verhalten, denn die meisten derselben sind s. Zt. von v. Lippmann aus Inkrustationen der Verdampfapparate isoliert worden.

Diese Ausscheidungen abzufangen, also ihre Ablagerung auf den Heizflächen der Verdampfapparate zu verhindern, ist der Zweck der Mittelsaft- oder Zwischenfiltration, die in vielen Fabriken mit Erfolg durchgeführt ist.

Der Dicksaft schließlich muß gleichfalls wegen der sich während der Verdampfung bildenden Ausscheidungen filtriert werden. Es giebt zwar einzelne Fabriken, welche diese Filtration unterlassen, d. h. sich mit der Zwischenfiltration begnügen, doch stets zu ihrem Schaden, wie wir später zeigen werden.

Alle die vielen Apparate zu beschreiben, welche für die Filtration der Säfte erfunden worden sind, würde den Raum, welcher uns zur Verfügung steht, weit überschreiten; wir müssen uns deshalb auf eine Anzahl typischer Konstruktionen beschränken, besonders auch, weil viele derselben, wie z. B. Puvrez' Rinnenfilter, nur kurze Zeit in der Industrie Verwendung gefunden haben.

1. Meyer's Kiesfiltration.

Bei dieser Vorrichtung verwendet man Materialien, welche sich zu porösen Schichten zusammenlagern, meist gewöhnlichen Flußkies, durch dessen Schichten man den Saft, und zwar sowohl den Dünn-, wie den Dicksaft fließen läßt. Es dient dazu Flußkies von Linsen- bis Erbsengröße, derselbe wird nach einander durch Siebe von 8 und 5 mm Maschenweite geworfen. Das gröbere Gerölle, welches auf dem ersten Siebe zurückbleibt und der feinere Sand, welcher das zweite Sieb passiert, wird beseitigt. Der so auf richtige Korngröße gebrachte Kies wird, um ihm Kalkteile zu entziehen, mit Wasser, dem 0,25 Proz. Salzsäure zugesetzt ist, übergossen und so lange unter kräftiger Bearbeitung mit immer erneutem Wasser gewaschen, bis alle thonigen und erdigen Teile abgeschlämmt sind.

Zur Filtration können die früher zur Knochenkohlefiltration benutzten Cylinder dienen. Sie werden bis zu einer Höhe von 1,5 m mit dem gewaschenen Kiese gefüllt und vor dem Anlassen des siedend heiß zu verwendenden Saftes gut ausgedämpft. In den meisten Fällen geschieht die Filtration in gewöhnlicher Weise, indem der Saft oben auf das Filter fließt und unten abläuft. Manche lassen aber den Saft unten in das Filter treten und den klaren Saft oben ausfließen. Letzteres Verfahren wird besonders bei schleimigen Säften empfohlen. Alle Filter laufen ohne Übersteiger. Die Dicksaftfilter läßt man möglichst langsam laufen und erneuert den sich nach und nach verschlämmenden Kies alle drei Tage, in den Dünnsaftfiltern bleibt der Kies, so

lange das Filter gut läuft. Beim Auswechseln wird der im Filter befindliche Saft durch eine Pumpe vollständig abgesogen. Nach der Entfernung des Saftes wird der Kies einmal ausgewässert, wobei nur soviel Wasser zuzulassen ist, bis der Kies gerade davon bedeckt wird. Das Absüßwasser geht zur Kalkstation und wird zum Löschen des Kalkes vollständig verbraucht, verursacht daher keine Verdampfungskosten. Die Reinigung des gebrauchten Kieses geschieht nur durch Waschen mit Wasser.

Bei zweckmäßiger Anordnung genügt bei einer täglichen Verarbeitung von 3000 metr Rüben ein Arbeiter zur Kiesreinigung. Der Kies wird von diesem in einem Karren zur Wäsche gefahren und hineingeworfen, fällt aus der ersten Wäsche in eine zweite, dann auf einen Transporteur, der ihn zur Höhe der Filter hebt, und hier in einen auf Schienen stehenden Karren, von welchem der die Filterrinne beaufsichtigende Arbeiter ihn in die Filter befördert.

In folgenden Zahlen können wir, durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. P. Brumme, die Betriebsergebnisse zweier Jahre der Fabrik Löbejün mitteilen, von denen während des Betriebsjahres 1880/81 mit 18 Proz. vom Rübengewichte an Knochenkohle, während des Betriebsjahres 1883/84 mit Kiesfiltration gearbeitet wurde. In beiden Betriebsjahren wurden in 176 Schichten gleichmäßig 110 000 metr Rüben verarbeitet.

A. Arbeit mit Knochenkohle.

Ausgaben.

		Mark
1.	Ankauf neuer Knochenkohle:	
	In jedem Jahre wurden regelmäßig 200 metr neue Patentknochenkohle zugekauft à Ztr. 30 Mk.	6000.00
2.	Verlust an Knochenkohle durch Abnutzung:	
	Die Abnutzung der Betriebskohle betrug 200 metr, berechnet mit 16 Mk. à Ztr. 3200	
	Davon ab Erlös für 150 metr verkauften Knochenkohlenschlamm à 10 Mk. . . . 1500	1700.00
3.	Arbeitslöhne im Knochenkohlenhause:	
	In jeder Schicht 8 Mann mit zusammen 13.05 Mk.	
	Also 176 Schicht à 13.05	2296.80
	Latus	9996.80

	Mark
Transport	9996.80
4. Brennmaterial beim Glühofen: Zum Betriebe des Glühofens wurden Braunkohlen verwandt im Betrage von 2 Pf. à mctr Rüben	2200.00
5. Salzsäure: Der Verbrauch an Salzsäure belief sich auf 0,454 Pf. auf 1 mctr Rüben, also während des Jahres	500.00
6. Beleuchtung: Ausgaben für Solaröl, Petroleum und Rüböl	211.20
7. Ausgaben für das Zurechtmachen, Umwerfen, Trocknen, Sieben des Kohlenschlammes laut Lohnliste . . .	60.00
8. Reparaturen des Glühofens und des Eisfeldt'schen Kochapparates: a) Arbeitslöhne für Maurerarbeit 30 Mk., b) Glühcylinder, Chamottesteine, Lehm, Roststäbe, Siebe, Schaugläser, Verpackungen, Ventilreparaturen u. s. w. Zusammen mit den 30 Mk. unter a	630.00
9. Reparaturen am Knochenkohlenaufzuge, Eimer, Treibriemen, Getriebe u. s. w.	80.00
10. Kleine Betriebsutensilien: Verbrauch an Schippen, Besen, Schaufeln, Karren, Eimern, Schläuchen, Tragbütten, Sieben u. s. w.	400.00
11. Dampfverbrauch: Der Aufwand an Dampf zum Kochen der Knochenkohle, ferner zum Verdampfen der Absüßwässer ist nicht in Rechnung gestellt, da er sich annähernd mit dem bei der mechanischen Filtration erforderlichen, zum Betriebe der Schwefligsäurepumpe, sowie zum Anwärmen und Aufkochen der Säfte in der dritten Saturation und zum Aufkochen des Dicksaftes ausgleicht.	
Latus	14 078.00

	Mark
Transport	14 078.00
12. Zuckerverluste im Abfüßwasser: Im Durchschnitte mehrerer Betriebsjahre belief sich der Verlust an Polarisationszucker im Abflußwasser der Filter auf 0,05 Proz. des Rübengewichtes Also bei einer Verarbeitung von 110 000 mctr Rüben 55 mctr. Wird der Polarisationszucker mit 40 Mk. à mctr gerechnet, so ergiebt dies . .	2 200.00
Zusammen	16 278.00

Oder auf 1 mctr Rüben 14,80 Pf.

B. Arbeit ohne Knochenkohle mit schweseliger Säure und Kiesfiltration.

Ausgaben.

	Mark
1. Ankauf von Kies (reingewaschen) zur Filtration. Angeschafft wurden bei Einführung des Verfahrens 300 mctr gewaschener Kies im Betrage von 246 Mk. Davon jährlich 20 Proz. . . .	49.00
2. Verlust an Kies: Der eingetretene Verlust wurde durch Zusatz von gewöhnlichem Maurerkies kostenlos gedeckt.	
3. Arbeitslöhne:	
a) Kieswäsche für jede Schicht 1 Mann à 1.50, also in 176 Schichten . . . . . Mk. 264.00	
b) Dritte Saturation für jede Schicht 1 Mann à 1.90 . . . . . „ 334.00	
c) Ein Mädchen zum Titrieren für jede Schicht 1.00 . . . . . „ 176.00	774.00
4. Schwefel und Salzsäure: Bei der Kieswäsche wurde regelmäßig Salzsäure zugesetzt, dafür sowie für Schwefel verausgabt .	1456.00
5. Verschiedene Bedürfnisse: Kautschukschläuche, Filtrierpapier u. s. w.	420.00
Latus	2699.00

	Mark
Transport	2699.00
6. Beleuchtung: Im ganzen fünf Lampen	80.00
7. Kleine Betriebsmaterialien: Kieskarren, Besen, Schippen, Rohrbürsten u. s. w. .	40.00
8. Schmiermaterialien: Öl, Talg, Putzzeug	30.00
9. Patenthonorar*): Das Honorar betrug in Summa 8000 Mk. und wurde auf vier Jahre verteilt. Für jedes Jahr also	2000.00
10. Mehrverbrauch an Scheidekalk: Infolge der Einführung der mechanischen Filtration wurde der Kalkzusatz bei der Scheidung auf 3,5 bis 4 Proz. vom Rübengewichte gesteigert. Die Menge des zu diesem Zwecke zugekauften gebrannten Kalkes belief sich für das Betriebsjahr 1883/84 auf 418 mctr à 2 Mk.	836.00
11. Mehrverbrauch an Kokes: Um die größere Menge des angewandten Kalkes bei der Saturation auszufällen, mußte die Kohlensäureproduktion des hierfür nicht ausreichenden Kalkofens durch Einwerfen von Kokes erhöht werden. Dazu waren in jeder Schicht 87 kg Kokes erforderlich, also in 176 Schichten 153 mctr à 2.60 Mk.	397.00
12. Zuckerverluste durch den Mehrverbrauch an Kalk: 1 Teil Kalk liefert 4 Teile Schlamm, also die 418 mctr Kalk 1672 mctr Schlamm. 100 Teile Schlamm enthielten durchschnittlich 1,53 Teile Zucker. Folglich ergiebt sich ein Verlust von 25,58 mctr Polarisationszucker à 40 Mk.	1023.20
Zusammen	7105.20

Kosten für 1 mctr Rüben 6,46 Pf.
oder nach Wegfall des Patenthonorars 4,64 Pf.

*) Fällt wegen Erlöschung des Patentes jetzt weg.

Wiederholung.

	Im Betriebsjahre	Auf 1 metr Rüben
Kosten mit Knochenkohle . . .	16 278 Mk.	14,80 Pf.
„ ohne „ . . .	7 105 „	6,46 „
Ersparnis bei der mechanischen Filtration	9 173 Mk.	8,34 Pf.
oder nach Wegfall des Patenthonorars		10,16 „

Da die Amortisations- und Verzinsungskosten nicht berechnet sind, so ergiebt sich ein weiterer Gewinn für die mechanische Filtration, indem die Anlagekosten für dieselbe weit geringer sind als für die Arbeit mit Knochenkohle. Die ganzen Einrichtungskosten für die dritte Saturation, für Schwefelöfen, Rohrleitungen und allen Zubehör belaufen sich auf rund 4500 Mark.

Statt des Kieses lassen sich bei der mechanischen Filtration andere grobpulverige Materialien verwenden, welche sich zu porösen Schichten zusammenlagern. Von diesen waren manche in Meyer's Patente aufgenommen. Später hat Wagner den Patentschutz (D. R.-P. 64449) für Korkpulver erhalten. Nach diesem Patente wird Korkpulver in einem cylindrischen Gefäße zwischen zwei feingelochten Siebplatten geschichtet und der zu klärende Saft von unten aufsteigend durch den Apparat getrieben, wobei die obere Siebplatte das Fortschwimmen des Korkpulvers verhütet.

In derselben Weise verwendet man in neuerer Zeit zur Zwischenfiltration bei der Verdampfung vielfach gewöhnliche Holzwolle, welche man in einer dem Verf. bekannten Fabrik in cylindrische, mit Siebboden versehene Gefäße von 1570 mm Höhe und 1250 mm Durchmesser schichtet. Da die Holzwolle beim Gebrauche so fest wird, daß sie schließlich nur mit Stemmeisen wieder aus dem Filter entfernt werden kann, ist an letzterem zum Füllen und Entleeren nicht ein Mannloch angebracht, sondern der ganze obere Deckel zum Abschrauben eingerichtet.

2. Schwager's Kegelfaltenfilter. (D. R.-P. 56364.)

Bei diesem Apparate, Fig. 139, ist eine möglichst große Filterfläche in einem verhältnismäßig kleinem Raume durch Anordnung kegelförmiger Filter geschaffen. Auf das mit zwei dichtschließenden Wasserschiebern *h* und *k* versehene Fallrohr *i* ist ein Trichter und auf

diesen der Cylinder B gesetzt. In dem Cylinder B ist die Filterfläche so eingebaut, daß eine Anzahl konzentrischer Siebkegel c, d, e, f, deren Verjüngung abwechselnd aufwärts und abwärts gerichtet ist, unter Verbindung der Schnittkanten eine Anzahl von Siebkegelfalten $c\,/\,d$, $d\,/\,e$, $e\,/\,f$, $f\,/\,f'$ bildet.

Fig. 139. Schwager's Kegelfaltenfilter.

Die zu filtrierende Flüssigkeit tritt durch Rohr a in den Raum b unter die Siebfläche und durch dieselbe in den oberen Raum b' und wird von hier durch das Rohr g aus dem Apparate geleitet.

Bei dieser Auftriebsfiltration werden zuerst die gröberen und dann stetig auch feinere Teilchen den Sieben vorgelagert, so daß die festen Stoffe, welche in der Flüssigkeit enthalten sind, bei der Anlehnung an das Sieb bei der Filtration wesentlich mitwirken. Da jedoch der Auftrieb sehr gering ist, wenn die Filterfläche im Verhältnisse zum

Zu- und Abflußquerschnitte genügend groß ist, so sinken von den an die Filterfläche gehobenen und dort zusammengehenden feinen Teilchen

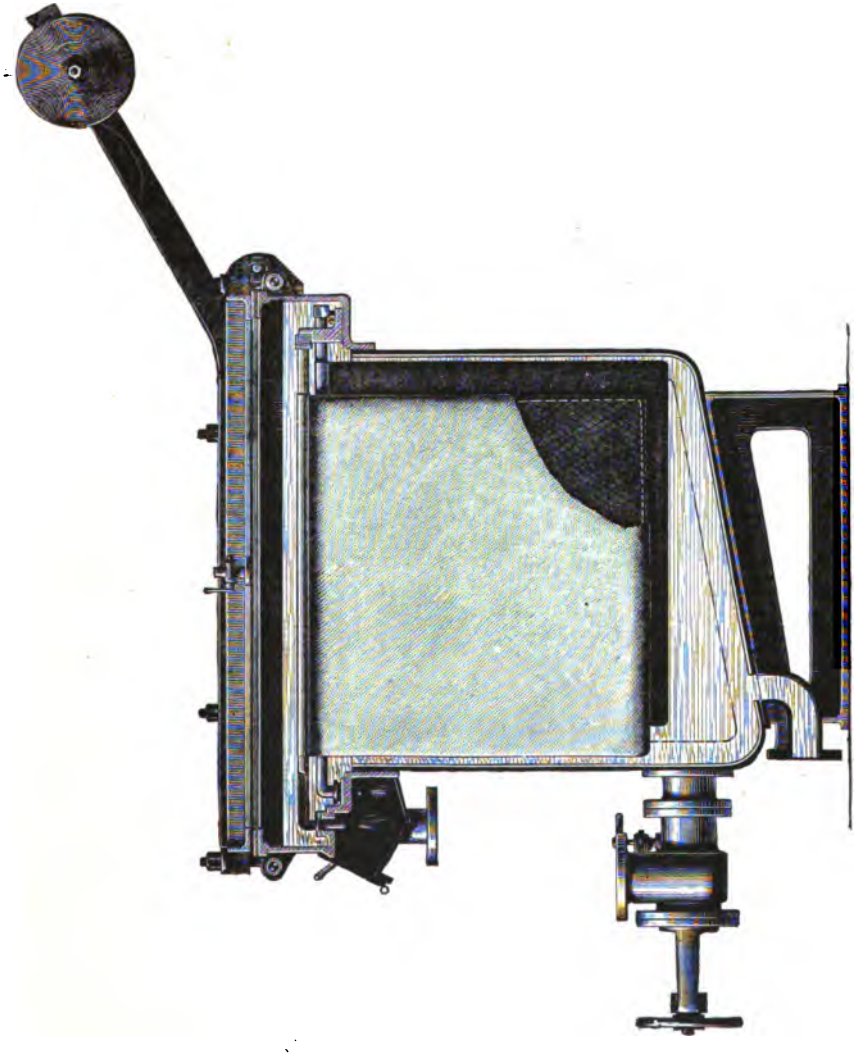


Fig. 140. Beutelfilter Kasalowsky.

die größeren Ansammlungen unter dem Einflusse der Schwere in den Trichter. Aus dem Trichter gelangen die festen Teile in das Fallrohr *i*, an welchem der obere Schieber *h* geöffnet, der untere *k* ge-

ſchloſſen iſt. Schließt man den oberen Schieber *h*, ſo kann man den unteren *k* öffnen und die in dem Stutzen *i* angeſammelten Schlammmaſſen durch das Rohr *l* ableiten, ohne die Filtration zu unterbrechen zu brauchen.

Das Schwager'ſche Filter iſt nicht allein zur Filtration des geſchiedenen Saftes, ſondern auch zur Abſcheidung der Faſern aus dem Rohſafte geeignet.

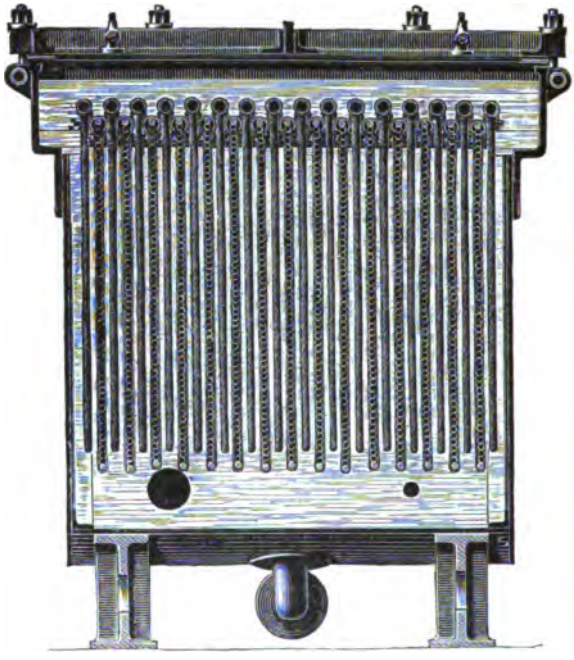


Fig. 141. Beutelfilter Kaſalowsky.

3. Beutelfilter Kaſalowsky. (Fig. 140 u. Fig. 141.)

Bei dieſem Apparate wird, wie bei dem vorigen, eine Filtration von außen nach innen bewirkt. Zur Herſtellung einer großen filtrierenden Fläche dient eine Anzahl von eiſernen, 10 mm weiten Rahmen, welche mit Spiraldrahtgeflecht von ſtarkem, verzinktem Stahldrahte gefüllt ſind, um ein Zuſammenfallen der über die Rahmen gezogenen Filtertücher zu vermeiden. Dieſe Rahmen werden in den Saftbehälter gehängt. Der Saft dringt, unter Zurücklaſſung des Trüben an der

Außenfläche der Tücher, in das Innere der Rahmen und wird nach der Klärung durch einen, an jedem Rahmen angeordneten Auslauf abgeleitet. Durch einen am unteren Teile des Behälters angeordneten Stutzen kann der sich ansammelnde Schlamm beliebig abgeleitet werden.

4. Niederdruckfilter „Claritas", System Matousek-Berounsky.

Dieses von Fr. Raßmus in Magdeburg in die deutsche Zuckerindustrie eingeführte Filter ist in Fig. 142, 143 und 144 in drei verschiedenen Durchschnitten dargestellt. Es besteht aus einem schmiedeeisernen Kasten,

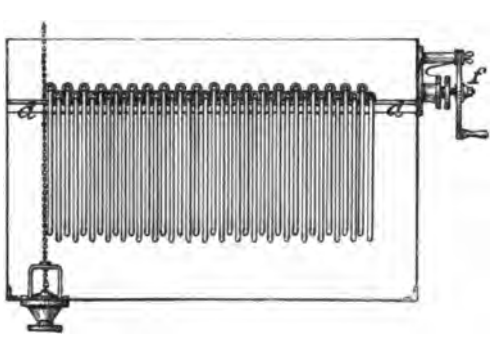


Fig. 142.

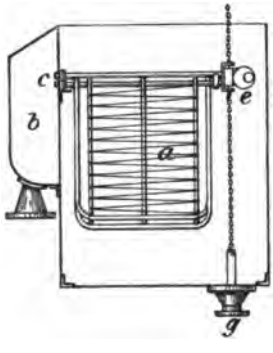


Fig. 143.

Claritas-Filter von Fr. Raßmus.

in welchen eine Anzahl von Filterrahmen-Elementen eingebaut ist. Diese, aus geschlitztem Eisenrohr hergestellten Rahmen werden mit gewöhnlichem Bindfaden überspannt (Fig. 143, a) und alsdann mit baumwollenen Beuteln überzogen. Die Laschen der letzteren werden auf dem oberen Auslaufrohre über einandergeklappt und durch eine Klemme aus Eisenblech abgedichtet. Die einzelnen Elemente werden in den Filterkasten derartig eingesetzt, daß das vorne offene Ende (c) des Auslaufrohres in die Sammelrinne (*b*) hinein ragt, während das andere Ende auf einen über die ganze Länge des Filters gehenden Tragebalken (Fig. 142, d) aufliegt. Der letztere kann durch zwei Excenter (Fig. 143 u. 144, e) vermittelst eines außerhalb liegenden Handrades (Fig. 142 u. 144, f) verschoben werden, wodurch die Abdichtung sämtlicher Filterelemente erzielt wird.

Der Saft tritt durch den Stutzen *g* von unten in den Apparat ein, geht durch die Filterbeutel und läuft aus dem obersten Rohre in die Rinne ab.

Das Claritasfilter hat, wie aus seiner Konstruktion hervorgeht, eine sehr große nutzbare Filterfläche und ist deswegen imstande ohne Druck zu arbeiten.

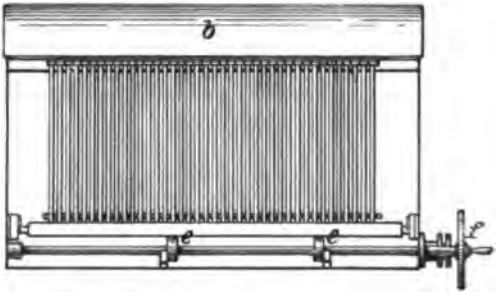


Fig. 144. Claritasfilter von Fr. Raßmus.

5. F. von Ehrenstein's Zwischenfilter.*) (Fig. 145 u. 146.)

Dieser speziell für die Zwischenfiltration konstruierte Apparat kann selbstverständlich ebenso gut an anderen Stationen Verwendung finden. Er besteht aus einem cylinderförmigen, gußeisernen Gefäße (*A*) von 930 mm lichter Höhe und 725 mm lichtem Durchmesser, welches mit dem Deckel *B* luftdicht zugeschraubt werden kann und in welches der eigentliche Filtrierapparat eingebaut wird. Über dem Boden des Gefäßes befinden sich zwei Rohrstutzen (*a*), von denen der eine für den Eintritt des trüben Saftes dient, der andere an ein durch ein Ventil verschließbares Rohr angeschlossen ist, welches etwaiges Spülwasser nach einer der Scheide- oder Saturationspfannen abführt.

Ein in der Mitte des Bodens befindlicher Rohrstutzen *b* dient für den Austritt des filtrierten Saftes. In die obere Mündung dieses Stutzens setzt man ein mit Flantsch (*c*) versehenes Rohr (*d*) aus lang-gelochtem Blech mittels eines Gummi- oder Pappringes dicht ein und schiebt dann auf dieses die mit Filterstoff überzogenen hohlen Kammern (*e*). Letztere sind quadratische Kästen von etwa 2 cm Höhe, welche in der Mitte einen kreisrunden Ausschnitt besitzen, der genau auf das Blechrohr paßt. Damit sich die Kammern nicht be-

*) D. R.-P. Nr. 72 372.

rühren, legt man zwiſchen je zwei derſelben einen Eiſenring (*f*) und zum Schluſſe wird ein gußeiſerner Deckel (*g*) aufgelegt, der das Rohr verſchließt und mit ſeinem Rande auf die oberſte Kammer übergreift. Alsdann ſchraubt man den Deckel *B* zu, preßt durch Anziehen der Schraube *h* ſämtliche Kammern und Ringe feſt aufeinander, ſodaß ſie an den Berührungsſtellen gegen Saftdurchgang dicht ſind, und der Apparat iſt zum Betriebe fertig. Durch das Schauglas *i* kann man das Innere desſelben beobachten, alſo z. B. ſehen, ob die Tücher noch rein oder ſchon ſtark mit Schlamm belegt ſind.

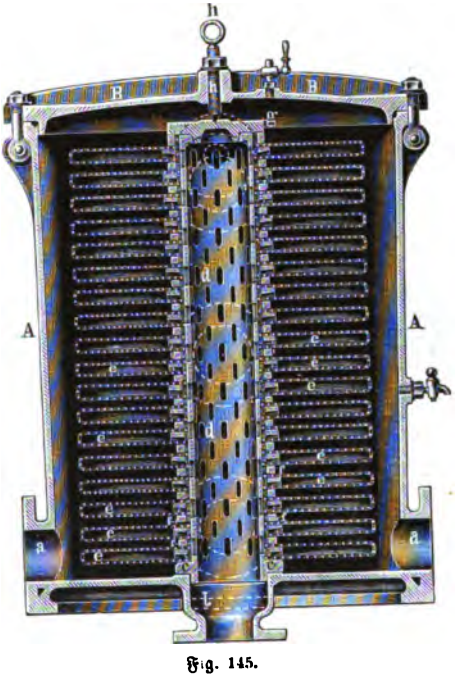


Fig. 145.

Die Art und Weiſe, wie dieſer Apparat funktioniert, bedarf keiner Beſchreibung, wir werden auf denſelben bei Beſprechung der Verdampfapparate zurückkommen (ſiehe ſpäter „Zwiſchenfiltration“).

6. Filterpreſſen.

Wie ſchon oben erwähnt wurde, exiſtieren noch viele andere Filterkonſtruktionen, die aber ſämtlich auf ähnlichen Prinzipien beruhen, wie die beſchriebenen. Für

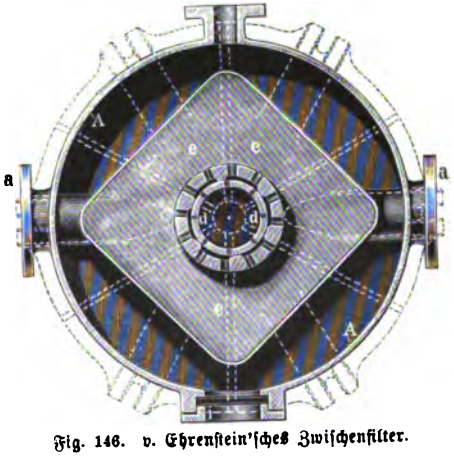


Fig. 146. v. Ehrenſtein'ſches Zwiſchenfilter.

die Filtration des Dünn- und Dicksaftes braucht man dieselben aber überhaupt nicht, da sich hierfür die gewöhnlichen Filterpressen, die man zu diesem Zwecke mit doppelten Baumwolltüchern überzieht, viel besser eignen.

Wer einmal Filterpressen hat arbeiten sehen, wird bemerkt haben, daß der durch ganz reine Tücher gehende Saft in den ersten

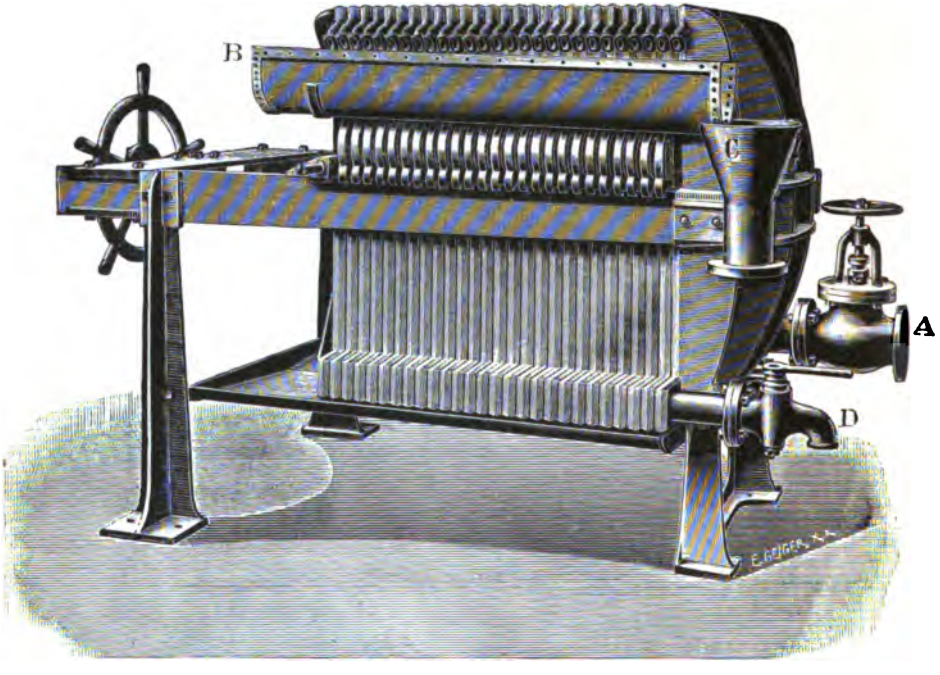


Fig. 147. Beeg'sches Saftfilter.

Augenblicken trübe ist; erst wenn sich eine dünne Schicht Schlamm angesetzt hat, läuft die Presse ganz klar. Es ist daher nicht eigentlich das Tuch, welches filtriert, sondern der auf demselben abgelagerte poröse Schlamm. Deshalb sind alle Filterkonstruktionen von zweifelhaftem Werte, bei denen dem abgelagerten Schlamm Gelegenheit gegeben ist, von dem Tuche abzufallen, wie beim Filter von Schwager, Kasalowsky und anderen. Dieses Abfallen des Schlammes kann aber noch andere Übelstände zur Folge haben; beim Schwager'schen Filter z. B.

sammelt sich derselbe in dem Trichter *b*, Fig. 139, als eine teigige Masse, die, wenn sie sich abkühlt, leicht in Gärung geraten und den Saft verderben kann. Bei Verwendung von Filterpressen treten alle diese Übelstände nicht auf; vollkommen klare Säfte erzielt man mit denselben jedoch nur dann, wenn man den Saft mit sehr wenig Druck, also aus einer Höhe von 3 bis $3^1/_2$ m freiwillig und möglichst langsam durch die Presse laufen läßt. Eine empfehlenswerte Einrichtung für Dünnsaft ist z. B. folgende: Der Saft der letzten Saturation wird mit der Pumpe durch möglichst hochstehende Filterpressen gedrückt, läuft in einen Dünnsaftkasten und von da selbstthätig durch Filterpressen, welche in dem nächstniedrigen Stockwerke aufgestellt sind.

Für diese zweite Filtration des Dünnsaftes und für die Dicksaftfiltration sind die verschiedenen Pressen ziemlich gleichwertig; wir haben die meisten derselben früher schon beschrieben und geben daher in Fig. 147 nur der Vollständigkeit wegen, noch die Darstellung einer solchen Beeg'scher Konstruktion, die speziell für diesen Zweck bestimmt ist. Durch das Ventil *A* tritt der Saft in das Filter ein, steigt in den Kammern in die Höhe und läuft, filtriert, aus den an den einzelnen Filterplatten angebrachten Auslaufschnauzen in die Sammelrinne *B* und von da durch den Trichter *C* nach seinem Bestimmungsorte. Durch den Hahn *D* wird die Presse von Saft entleert, sobald der Schlamm aus ihr entfernt werden soll.

Auch Dehne's Excelsiorfilter ist nichts anderes, als eine Filterpresse.

Vierter Abschnitt.

Die Konzentrierung des Saftes.

Alle vorhergehenden Operationen, von der Saftgewinnung bis zum Ablaufe des Dünnsaftes vom Filter, vermehren den Wassergehalt des Saftes auf jeder Station. Nur bei der Scheidung könnte eine Verdampfung stattfinden, wenn man nämlich dabei mit geschlossenen Schlangen kocht, doch würde diese Verminderung des Wassergehaltes gegenüber dem auf anderen Stationen zugeführten Wasser so gering sein, daß sie gar nicht ins Gewicht fällt. Alles zugeführte, sowie der bei weitem größte Teil des dem Safte eigenen Wassers muß durch Wärme in Dampf verwandelt werden, damit schließlich eine so konzentrierte Zuckerlösung entsteht, daß der darin gelöste Zucker in Kryſtallen sich abscheiden kann.

Die Konzentrierung des Saftes zerfällt in zwei getrennte Operationen. Man *verdampft* den Dünnsaft, bis er eine Dichte von etwa 50 bis 65 ° Bx. erlangt hat, und nennt den Saft dann *Dicksaft*, in welchem Stadium er zur zweiten Filtration kommt. Der filtrierte Dicksaft wird *verkocht*, bis er zum Teile kryſtalliſiert iſt, und dann die sogenannte *Füllmaſſe* bildet.

Obgleich im gewöhnlichen Leben und auch im chemiſchen Sprachgebrauche die Begriffe *Verdampfen* und *Verkochen* als gleichbedeutend gelten, so unterſcheidet man doch im Fabrikbetriebe beide Worte ſcharf, nie wird ein Zuckerfabrikant vom Verkochen eines Dünnſaftes, oder vom Verdampfen eines Dickſaftes ſprechen.

Um sich eine Vorstellung von der beim Verdampfen und Verkochen zu vollziehenden Arbeitsleistung zu machen, ist es erforderlich, sich die Beschaffenheit des Saftes und die bis hierher stattgefundenen Zuflüsse von Wasser vor Augen zu führen. In dieser Beziehung sind ja allerdings keine allgemein gültigen Daten zu geben, da die Arbeitsweise in jeder Fabrik mehr oder weniger abweichend ist, ganz weit werden wir uns aber nicht von der Wahrheit entfernen, wenn wir folgende Annahmen machen:

Saftabzug von der Diffusion . . .	120,5 Proz.	vom Rübengewichte
Wasser der Kalkmilch, nach Abzug des im Schlamme verbleibenden . .	12 „	„ „
Abfüßwasser vom Schlamme . . .	10 „	„ „
	Summa 142,5 Proz.	vom Rübengewichte.

Dazu kommt noch der in den verschiedenen Stationen verdichtete Dampf, der aber außer Betrachtung bleiben mag. Der von 1000 metr Rüben erhaltene Dünnsaft wird daher ein Gewicht von 140—145 000 kg haben. Seine Saccharometeranzeige beträgt durchschnittlich 11 ° Bx., er enthält daher durchschnittlich etwa 15675 kg Trockensubstanz und ist durch das Verdampfen auf 50° Bx. zu bringen. Das Gewicht des Dicksaftes ergiebt sich demnach zu 31 350 kg und es sind, um den Dünnsaft in Dicksaft zu verwandeln, 142 500—31 350 = 111 150 kg Wasser zu verdampfen. Enthält die schließlich verbleibende Füllmasse noch 6 Proz. Wasser, so entspricht dieses einem Füllmassengewicht von 16 675 kg, und es sind demnach dem Dicksafte durch das Verkochen noch 31 350—16 675 = 14 675 kg Wasser zu entziehen. Oder im ganzen sind 125 825 kg Wasser aus dem Safte fortzuschaffen, um bis zur Krystallisation des Zuckers zu kommen.

Vorstehende Zahlen können keinen Anspruch auf große Genauigkeit machen, was ja nach dem Gesagten auch nicht ihr Zweck ist. Sie werden je nach der befolgten Arbeitsweise verschieden ausfallen. Welche Abänderungen man aber auch an vorstehenden Zahlen vornehmen möge, so ergiebt sich immer, daß die zu verdampfende Menge des Wassers, im Vergleiche zu der in dem Safte enthaltenen Zuckermenge, eine sehr große ist.

Erſtes Kapitel.

Das Verdampfen.

1. Methoden der Verdampfung.

Die Verdampfung kann auf drei verſchiedene Weiſen erfolgen. Durch direkte Heizung der Verdampfapparate mit Kohlen u. ſ. w., durch Heizung mittels Dampf und endlich durch Dampfheizung unter gleichzeitiger künſtlicher Erniedrigung des Siedepunktes des Saftes.

Die erſte Methode, die direkte Heizung, findet ſich in keiner Zuckerfabrik mehr, da ſie eine Reihe von Unzuträglichkeiten hat. Es iſt dabei eine Überhitzung des Saftes nicht zu vermeiden und die Ausnutzung der bei der Verbrennung des Heizmaterials gelieferten Wärme iſt eine höchſt unvollkommene.

Beſſer geſtalten ſich dieſe Verhältniſſe ſchon bei der Dampfheizung. Bei der vortrefflichen Einrichtung der Dampfkeſſel, wie ſie in der Neuzeit erreicht iſt, wird bei dieſen die Verbrennungswärme des Heizmaterials höher als irgend bei einem anderen Apparate genutzt. Die große Heizfläche, die man den Dampfkeſſelfeuerungen giebt, läßt eine ſo vollſtändige Übertragung der Wärme an das Waſſer zu, daß nicht mehr Wärme, als zur Hervorbringung des Zuges erforderlich iſt, in den Schornſtein entweicht. Die Wärme des Waſſers wird an den beim Sieden entwickelten Dampf übertragen, den man, durch Röhrenleitungen, die durch Umhüllung mit ſchlechten Wärmeleitern vor Verluſten durch Ausſtrahlung und Ableitung geſchützt ſind, jedem beliebigen Verbrauchsorte zuführen kann. In den durch Dampf geheizten Apparaten findet, wenn Ausſtrahlungen vorgebeugt wird, nicht mehr Ver-

brauch an Dampfwärme statt, als bei der Erwärmung des Saftes und durch die Umwandelung des Wassers in Dampf wieder nutzbar gemacht wird. Bei dem Verbrauche der Dampfwärme erfolgt eine entsprechende Verdichtung von Wasser, und letzteres hat, sobald die zu verdampfende Flüssigkeit einmal den Siedepunkt erreicht hat, dieselbe Temperatur wie die siedende Flüssigkeit. Es kann daher siedend heiß dem Kessel wieder zugeführt werden und es wird dann nur so viel Wärme verbraucht, wie erforderlich ist, um dieses Wasser wieder in Dampf zu verwandeln, oder wie erforderlich gewesen ist, um die durch die abgegebene Wärme verdunstete Wassermenge des verdampfenden Saftes in den Dampfzustand zu versetzen. Oder man kann das aus der Verdichtung des Dampfes hervorgehende heiße Wasser für andere Zwecke, zu denen man heißes Wasser bedarf, nutzbar machen. Die Dampfheizung gestattet ferner die allergenaueste Regelung der Temperatur. Läßt man in einen Heizraum wenig Dampf einströmen, so wird man die Temperatur der Flüssigkeit niedrig halten, bei mehr Dampf kann sie zum vollen Sieden gebracht werden, eine Drehung des Dampfventils genügt, um jeden Zutritt des Dampfes abzusperren und so jede weitere Erhitzung augenblicklich zu unterbrechen. Letzteres ist von großer Wichtigkeit und ist bei einer direkten Heizung nie zu erreichen, da, selbst nach einer völligen Beseitigung alles Brennmateriales, in den verschiedenen Ofenteilen, im Mauerwerke und dergleichen, viel Wärme aufgespeichert ist, die dann noch durch Ausstrahlung und Leitung an die geheizten Apparate abgegeben wird.

Diese Umstände haben es veranlaßt, daß man sich in der Industrie immer mehr, und in der Zuckerfabrikation ganz ausschließlich, der Dampfheizung bedient. Beim Verdampfen und Verkochen der Säfte begnügt man sich jetzt aber nicht mehr mit diesen Vorteilen, sondern verschafft sich weitere dadurch, daß man den Siedepunkt der zu verdunstenden Flüssigkeit erheblich verringert, und daß man die Wärme, welche bereits dazu gedient hat, um eine bestimmte Menge von Saft zu verdunsten, zur Verdampfung einer zweiten und weiteren Menge von Saft benutzt.

2. Verdampfen und Sieden.

Jede Flüssigkeit bildet, wenn sie mit der Luft in Berührung ist, bei jeder Temperatur eine gewisse Menge von Dampf, bei niederen

Wärmegraden wenig, bei höheren Wärmegraden mehr; Wasser giebt selbst beim Gefrierpunkte noch Dampf ab. Es werden dabei kleinste Teilchen der Flüssigkeit von der Oberfläche dampfförmig an die Atmosphäre abgegeben. Diese ausschließlich an der Oberfläche der Flüssigkeit erfolgende Dampfbildung, gleichviel, ob dieselbe freiwillig, ohne Unterstützung durch künstliche Erwärmung, oder unter Zufuhr von Wärme erfolgt, bezeichnet man als Verdunstung. Die Dampfbildung bei der Verdunstung kann immer nur durch eine Übertragung von Wärme erfolgen. Da, wo diese nicht direkt erfolgt, wird die zur Umwandlung der Flüssigkeit in Dampf erforderliche Menge von Wärme der Flüssigkeit selbst, oder den sie begrenzenden Teilen, entzogen. Eine freiwillig verdunstende Flüssigkeit erkaltet. Eine mit nassem Zeuge umwickelte Thermometerkugel läßt, durch Abgabe von Wärme an das verdunstete Wasser, das Quecksilber des Thermometers sinken; flüssige Kohlensäure verbraucht bei ihrer Verdunstung so viel Wärme, daß der Rest der Flüssigkeit bis zum Erstarrungspunkte erkaltet.

Wenngleich die Verdunstung bei jeder Temperatur freiwillig erfolgt, so wird sie doch durch künstliche Erwärmung sehr begünstigt. Beim Wasser, dessen Dampfbildung bei gewöhnlicher Temperatur sich der äußeren Wahrnehmung entzieht, sehen wir deutlich Dampf von der Oberfläche entweichen, sobald seine Wärme etwas über die Temperatur der umgebenden Luft gesteigert wird. Diese Dampfbildung wird immer lebhafter, je mehr die Temperatur des Wassers erhöht wird, schließlich wird, bei einem bestimmten Wärmegrade, die Dampfbildung nicht mehr allein an der Oberfläche, sondern auch im Innern der Flüssigkeit stattfinden, es tritt Sieden ein. Das Sieden oder Kochen unterscheidet sich daher vom Verdunsten dadurch, daß ersteres eine Dampfbildung im Innern, letzteres eine Dampfbildung an der Oberfläche der Flüssigkeit ist. Beim Sieden entsteht in der Zeiteinheit ungleich mehr Dampf als beim Verdunsten, wir werden daher überall da, wo es sich darum handelt, große Mengen von Flüssigkeit rasch in Dampf zu verwandeln, die zu verdampfende Flüssigkeit zum Sieden bringen.

Wird eine Flüssigkeit im offenen Gefäße allmählich erwärmt, so steigt dementsprechend ihre Temperatur. Bei einem bestimmten Temperaturgrade hört aber, trotzdem daß man weiter erwärmt, jede Temperaturzunahme auf; ein in die Flüssigkeit eingesenktes Thermometer

zeigt keine Veränderungen seines Standes mehr. Es erfolgt dies bei reinem Alkohol, sobald das Thermometer auf 78 ° C. steht, bei Wasser bei einem Thermometerstande von 100 ° C., bei Quecksilber bei einem Thermometerstande von 357 ° C. Dieses Konstantwerden der Temperatur tritt jedesmal beim Beginne des Siedens ein. Jede Flüssigkeit hat daher einen bestimmten Siedepunkt, der aber für die einzelnen Flüssigkeiten sehr verschieden ist.

Der Siedepunkt wird durch die Art der Flüssigkeit bedingt.

Über den Siedepunkt hinaus ist in offenen Gefäßen keine Flüssigkeit zu erwärmen, alle weiter zugeführte Wärme wird dann verbraucht, um eine entsprechende Menge von Flüssigkeit in Dampf zu verwandeln. Je mehr Wärme einer bereits siedenden Flüssigkeit mitgeteilt wird, um so lebhafter wird die Dampfbildung, in um so viel kürzerer Zeit wird ihre Verdampfung beendet sein.

Für die zur Umwandlung in Dampf erforderliche Menge von Wärme läßt sich für jede einzelne Flüssigkeit ein bestimmter Zahlenwert finden. Derselbe beträgt für Wasser von 100 ° C. 536,5 Wärmeeinheiten oder Kalorieen. Als Wärmeeinheit oder Kalorie bezeichnet man die Menge von Wärme, welche der Gewichtseinheit Wasser zugeführt werden muß, um dasselbe um 1 ° C. zu erwärmen. Um 1 kg Wasser um 1 ° C. zu erwärmen, ist daher eine Wärmeeinheit erforderlich, um 1 kg Wasser von 0 ° bis auf 100 ° zu erwärmen, oder, um es vom Gefrierpunkte bis zum Siedepunkte zu bringen, sind 100 Wärmeeinheiten erforderlich, um 1 kg siedendes Wasser in Dampf zu verwandeln, sind 536,5 Wärmeeinheiten nötig. In je kürzerer Zeit daher einem Kilogramme siedend heißem Wasser 536,5 Wärmeeinheiten zugeführt werden können, in um so viel kürzerer Zeit wird auch die Verdampfung erfolgen. Denkt man sich z. B. den Boden eines Gefäßes, worin 1 kg Wasser, auf die Größe von 1 qm ausgedehnt, so wird die Höhe des Wasserstandes in diesem Gefäße nur 1 mm betragen. Es sei nun dieser Boden gleichmäßig in seiner ganzen Fläche auf 120 ° C. erhitzt, so wird die Verdampfung des Wassers in verschwindend kurzer Zeit erfolgen, weil von jedem Punkte dieser großen Fläche eine rasche Wärmeabgabe stattfinden kann. Es sei andererseits der Boden des Gefäßes nur 1 qdcm groß, seine Temperatur sei die gleiche wie vorher, die Höhe des Flüssigkeitsstandes beträgt aber, wenn

das Gefäß wieder 1 kg Wasser enthält, 100 mm. In diesem Falle beträgt die Größe der Berührungsfläche zwischen der Flüssigkeit und der erhitzten Fläche ein Hundertstel der in dem vorigen Beispiele, es sind also auch nur ein Hundertstel so viel Berührungspunkte, von denen die Wärmeabgabe erfolgen könnte, vorhanden, es wird also auch zur Verdunstung von 1 kg Wasser eine hundertmal so lange Zeit als vorher erforderlich sein, oder in gleicher Zeit wird der hundertste Teil des Wassers in Dampf verwandelt werden.

Die Menge des in der Zeiteinheit verdampfenden Wassers ist, bei gleicher Temperatur, direkt proportional der Größe der Heizfläche.

Die Differenz der Größe läßt sich durch Steigerung der Temperatur der Heizfläche ausgleichen. Würde man der Heizfläche bei einer Größe von 1 qdcm eine solche Temperatur erteilen, daß sie in der gleichen Zeit ebensoviel Wärme an 1 kg Wasser abgeben könnte, wie eine Heizfläche von 1 qm Ausdehnung bei einer Temperatur von 120° C., so würde in beiden Fällen die Verdampfung wieder gleich groß sein. Oder, würde man die Heizflächen in beiden Fällen gleich machen, die Temperatur der einen aber bedeutend höher nehmen, als die der anderen, so würde in der Zeiteinheit die stärker geheizte Fläche entsprechend mehr Wasser in Dampf verwandeln.

Bei gleicher Größe der Heizfläche ist die Menge des in der Zeiteinheit verdampften Wassers direkt proportional der Temperatur der Heizfläche.

Da in der Praxis sich die Vergrößerung der Heizfläche meist leichter und vorteilhafter erreichen läßt, als eine Steigerung der Temperatur derselben über ein bestimmtes Maß hinaus, da aber beide den gleichen Erfolg erzielen lassen, so zieht man gewöhnlich eine solche Einrichtung der Apparate vor, bei denen der Heizfläche eine möglichst große Ausdehnung gegeben wird.

Führt man Heizflächen von verschiedener Beschaffenheit gleiche Wärmemengen zu, so kann die Verdampfung sehr ungleich verlaufen, je nachdem das Material, aus welchem die Heizfläche besteht, mehr oder weniger geeignet ist, die Wärme an die damit in Berührung befindliche Flüssigkeit zu übertragen. Die Verdampfung erfolgt daher unter den günstigsten Bedingungen, wenn die Heizflächen aus einem möglichst gut Wärme leitenden Materiale hergestellt werden. Da das

am besten Wärme leitende Material, das Silber, wegen seines hohen Preises, bei der Anfertigung der Verdampfapparate nicht in Betracht kommen kann, so bleiben von den zur Verfügung stehenden Metallen Kupfer, Messing und Eisen. Setzt man das Wärmeleitungsvermögen des Silbers = 1 000, so ist das des Kupfers = 736, das des Messings = 236, das des Eisens = 119. Es ist daher dem Kupfer bei der Anfertigung der Heizflächen unbedingt der Vorzug einzuräumen.

Das hohe Wärmeleitungsvermögen des Kupfers kann jedoch nur zur Geltung kommen, wenn die reine metallische Fläche mit der zu erhitzenden Flüssigkeit in Berührung steht. Hat sich auf dem Metalle eine Schicht von anderem Materiale abgelagert, so verhält sich die Heizfläche, wie wenn nur dieses Material vorhanden wäre. In den verdampfenden Rübensäften bilden sich leicht, und um so mehr, je dichter sie werden, Ausscheidungen von Kalksalzen, die sich als Kruften und Überzüge auf den Heizflächen ansetzen. Das Wärmeleitungsvermögen dieser Kalksalze ist etwa = 10, höchstens = 18. Es wird daher der Erfolg der Verdampfung durch solche Ausscheidungen auf das empfindlichste gestört, und man hat Sorge dafür zu tragen, sie niemals in größeren Mengen sich ansammeln zu lassen und sie durch sorgfältige Reinigung der Apparate, unter Zuhilfenahme von verdünnter Salzsäure, regelmäßig in kurzen Zeiträumen zu beseitigen.

Der Erfolg der Verdampfung ist bedingt von der Beschaffenheit der Heizfläche.

Der Siedepunkt wird, außer durch die Art der Flüssigkeit, noch durch andere Umstände beeinflußt. So siedet das Wasser im offenen Gefäße nicht immer bei einer Temperatur von 100 ° C. Es siedet auf dem höchsten Punkte des Chimborasso bei 77 ° C., auf der Spitze des Montblanc bei 85 ° C., auf dem Sankt Bernhard bei 92 ° C., am Spiegel des Meeres bei 100 ° C., am Boden des Schachtes tiefer Bergwerke bei höheren Temperaturen als 100 ° C. Das Ursächliche dieser Verschiedenheit ist darin begründet, daß auf dem Chimborasso ein anderer Druck auf der Flüssigkeit lastet als auf dem Montblanc, hier ein anderer als auf dem Sankt Bernhard, hier wieder ein anderer als am Spiegel des Meeres, hier ein anderer als im tiefen Schachte. Die Dampfblasen müssen, um sich in einem offenen Gefäße aus einer Flüssigkeit entwickeln zu können, den Druck überwinden, welcher durch das Gewicht der Atmosphäre ausgeübt wird. Da dieses Gewicht auf

hohen Bergen sehr viel geringer, und da es in tiefen Gruben höher ist, als in der Ebene, so bietet es auf dem Chimborasso der Bildung der Dampfblasen einen geringeren Widerstand als am Meere, und hier einen geringeren Widerstand als in tiefen Gruben, wodurch der Siedepunkt hier niederer, dort höher sein wird.

Bezeichnet man auch im gewöhnlichen Leben die Temperatur des siedenden Wassers gemeiniglich mit 100° C., so ist doch zu berücksichtigen, daß dieses nur unter einer ganz bestimmten Voraussetzung richtig ist, nämlich nur dann, wenn der auf dem Wasser lastende Luftdruck dem am Spiegel des Meeres im Jahresdurchschnitte herrschenden Luftdrucke gleich ist. Da der Druck der Atmosphäre durch die Länge einer ihm das Gleichgewicht haltenden Quecksilbersäule (Barometer) gemessen wird, und da wir am Spiegel des Meeres in unseren Breitengraden im Jahresdurchschnitte einen Luftdruck haben, der gleich dem durch eine 760 mm hohe Quecksilbersäule ausgeübten ist, so siedet das Wasser auch nur dann bei 100° C., wenn es unter einem Luftdrucke steht, der ebenso groß ist, wie der durch eine Quecksilbersäule von 760 mm Höhe ausgeübte, oder es siedet Wasser nur bei einem Barometerstande von 760 mm bei 100° C.

Ebenso wie der Siedepunkt durch den Luftdruck beeinflußt wird, so wirkt auch der Druck, welcher von den oberen Flüssigkeitsschichten auf die unteren ausgeübt wird, erhöhend auf den Siedepunkt ein. Denkt man sich z. B. ein Gefäß von 10,3 m Höhe mit Flüssigkeit gefüllt, so muß der am Boden desselben sich bildende Dampf den Widerstand überwinden, welchen die 10,3 m hohe Flüssigkeit ihm entgegensetzt. Die Flüssigkeit wird daher am Boden des Gefäßes nicht mehr bei ihrem normalen Siedepunkt kochen, sondern ihr Siedepunkt liegt bei einer Wärme, welche dem verdoppelten Atmosphärendrucke gleich kommt. Je flacher daher die Verdampfapparate gebaut werden, oder je geringer die Höhe der zu verdampfenden Flüssigkeitsschicht genommen wird, um so günstiger verläuft die Verdampfung.

Der Siedepunkt aller Flüssigkeiten ist abhängig von dem auf ihnen lastenden Drucke.

Ebenso wie auf hohen Bergen der Siedepunkt des Wassers dadurch erniedrigt wird, daß dort ein geringer Luftdruck herrscht, so läßt sich künstlich der Siedepunkt jeder Flüssigkeit um ein ganz Bedeutendes verringern, wenn man den Luftdruck beseitigt. Bringt man ein offenes

Gefäß mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur unter die Glocke einer Luftpumpe und macht man diese luftleer, so beginnt das Wasser lebhaft zu sieden, ohne daß irgend welche künstliche Erwärmung stattgefunden hätte. Sorgt man durch fortgesetztes Auspumpen für die Erhaltung eines durchaus luftleeren Raumes, so kann das Wasser sogar bei einer dicht am Gefrierpunkte liegenden Temperatur zum Kochen gebracht werden. In beiden Fällen wird zur Bildung des Dampfes Wärme verbraucht, und zwar nicht etwa weniger, sondern nahezu eben so viel, oder richtiger, noch etwas mehr, als wenn siedend heißes Wasser in Dampf verwandelt würde. Wenn 1 kg Wasser von 100 ° C. 536,5 Wärmeeinheiten bedarf, um 1 kg Dampf von 100 ° C. zu liefern, so gebraucht 1 kg Wasser von 0 ° C. 606,5 Wärmeeinheiten, um in 1 kg Dampf von 0 ° C. überzugehen. Diese Wärme muß dem Wasser von seiner Umgebung zugeführt werden. Befindet sich der Apparat, mit welchem experimentiert wird, in einem Raume, dessen Temperatur 20 ° C. beträgt, und ist der Siedepunkt des Wassers auf 0 ° C. erniedrigt, so bildet der ganze Apparat die Heizfläche und da hier die Temperatur der Heizfläche um 20 ° C. höher als der Siedepunkt liegt, so wird dem Wasser von außen eine genügende Menge von Wärme zugeführt, um eine rasche Verdampfung zu haben. Wäre es in der Praxis möglich, den Siedepunkt so weit zu erniedrigen, wie in diesem Beispiele angenommen ist, so würde offenbar jede Verdampfung ohne alle künstliche Erwärmung auszuführen sein. Eine so vollkommene Luftleere, wie hierzu erforderlich, ist wohl im Laboratorium, nie aber im großen Betriebe herzustellen und zu unterhalten, weil die hierdurch verursachten Kosten beträchtlicher als der zu erzielende Gewinn sein würden. Wohl aber läßt sich mit Leichtigkeit der Druck so weit vermindern, daß der Siedepunkt auf etwa 60 ° C. verringert wird, und damit ist schon ein außerordentlich großer Vorteil erreicht.

In der Zuckerfabrik steht uns eine große Menge von Dampf zur Verfügung, welcher seine Arbeit geleistet hat und welcher auf die eine oder die andere Art beseitigt werden muß; der Dampf nämlich, welcher zum Betriebe der Maschinen gedient hat. Läßt man denselben, nachdem er im Cylinder der Dampfmaschine seine Spannkraft auf den Kolben übertragen hat, frei entweichen, so besitzt er noch eine Temperatur von 100° C.; sehr leicht läßt es sich aber einrichten, daß er beim Ausblasen aus dem Cylinder noch eine Spannung von

$1^1/_2$ Atmosphären behält, wobei er eine Temperatur von 112° C. hat. Benutzt man solchen Dampf zum Erwärmen der Heizfläche eines Apparates, in welchem die Luftverdünnung so weit getrieben wird, daß der darin befindliche Saft bei 60° C. siedet, so ist die Differenz der Temperatur der Heizfläche und der Temperatur des Siedepunktes gleich 52° C., also weitauf genügend, um eine massenhafte Dampfbildung, bei hinreichender Ausdehnung der Heizfläche, herbeizuführen.

Einer so großen Temperaturdifferenz bedarf man beim Verdampfen der Saftes nicht. Man benutzt daher die vorhandene Dampfwärme auf solche Weise, daß man zunächst den Siedepunkt des zu verdampfenden Saftes nur auf etwa 80° C. erniedrigt. Bei Verwendung von Dampf von 112° C. liegt dann die Temperatur der Heizfläche noch um 32° C. höher als der Siedepunkt des Saftes. Aus diesem siedenden Safte entwickelt sich wieder Dampf, dessen Temperatur der des Siedepunktes des Saftes sehr nahe liegt, also annähernd 80° C. beträgt. Verwendet man diesen Dampf zum Erwärmen der Heizfläche eines zweiten Apparates, worin Saft enthalten ist, dessen Siedepunkt auf 60° C. erniedrigt ist, so wird der Dampf, welcher im ersten Apparate entwickelt ist, eine 20° C. über dem Siedepunkt des im zweiten Apparat befindlichen Saftes liegende Temperatur haben, und kann hier den Saft nicht allein zum Sieden bringen, sondern auch dessen rasche Verdampfung unterhalten.

Dampf von jeder Temperatur kann die Verdampfung einer Flüssigkeit bewirken, deren Siedepunkt unter der Temperatur des Dampfes liegt.

Infolge des höheren Luftdruckes liegt der Siedepunkt des Wassers auf dem Boden des Schachtes tiefer Bergwerke bei einer höheren Temperatur als 100° C., wie oben gezeigt ist. Dasselbe findet statt, wenn man künstlich einen stärkeren als den gewöhnlichen Atmosphärendruck auf die Flüssigkeit ausübt. Komprimiert man z. B. in dem Gefäße die Luft aus die Hälfte ihres Volumens, oder so weit, daß in dem über der Flüssigkeit befindlichen Raume eine Spannung von zwei Atmosphären herrscht, so siedet das Wasser erst bei 120° C., bei drei Atmosphärendruck bei 135° C., bei vier Atmosphärendruck bei 145° C.

Der bei hohen Temperaturen gebildete Dampf hat, so lange er die gleiche Spannung beibehält, dieselbe Temperatur wie die Flüssigkeit, in der er entstanden ist.

Das Gleiche, wie durch eine Kompression der über der Flüssigkeit befindlichen Luft, läßt sich erreichen, wenn man den bei niederer Temperatur gebildeten Wasserdampf am Entweichen verhindert. Verschließt man ein Gefäß, in welchem siedend heißes Wasser enthalten ist, so wird das Sieden aufhören; die Dämpfe, welche den über dem Wasser befindlichen Raum erfüllen, üben einen Druck auf die Oberfläche desselben aus, der größer ist als der der Atmosphäre. Erhält man dabei die Temperatur des Wassers auf 100° C., so verhindert der Dampfdruck die Bildung neuer Dampfblasen im Innern des Wassers, womit das Sieden zu Ende ist. Unter dem nunmehr obwaltenden Drucke muß eine größere Menge von Wärme dem Wasser zugeführt werden, um es den Dampfblasen zu ermöglichen, den auf die Flüssigkeit wirkenden Dampfdruck zu überwinden, um neues Kochen einzuleiten. Übt der Dampfdruck eine doppelt so große Spannung als der gewöhnliche Atmosphärendruck aus, so muß das Wasser auf 120° C. erhitzt werden, ehe neues Sieden beginnt; ist der Dampfdruck viermal so groß als der der Atmosphäre, so siedet das Wasser erst wieder, wenn seine Temperatur auf 145° C. gesteigert wird.

Um Wasser bei 0° C. zum Sieden zu bringen, ist eine Verringerung des Luftdruckes von 760 mm auf 4,6 mm erforderlich. Setzt man, nachdem das Sieden unter diesen Umständen eingetreten ist, die Luftpumpe außer Thätigkeit, so hört das Sieden auf, weil der Druck des entwickelten Wasserdampfes sich zu dem der im Apparate verbliebenen verdünnten Atmosphäre hinzuaddiert und sofort eine 4,6 mm übersteigende Größe erlangt. Sobald dies eingetreten ist, können die Dampfblasen den auf der Flüssigkeit lastenden Druck nicht mehr überwinden, und es muß, wenn das Sieden bei 0° C. unterhalten werden soll, der durch die Dampfspannung hervorgebrachte Druck aufgehoben werden.

Ebenso siedet das Wasser nur dann bei einer Temperatur von 60° C., wenn der auf der Oberfläche lastende Druck, sei derselbe nun durch das Gewicht einer verdünnten Luftsäule oder durch Spannung des Wasserdampfes hervorgebracht, nicht größer ist als der einer Quecksilbersäule von 148,8 mm. Sobald dieser Druck größer wird, hört das Sieden auf, der Siedepunkt steigt; zum Erhalten des Siedens muß mehr Wärme zugeführt werden, oder es muß, um den Siedepunkt konstant zu erhalten, der Druck auf 148,8 mm verringert werden.

Würde man den durch die Spannung der Wasserdämpfe ausgeübten Druck nicht aufheben, so würde derselbe bei weiterer Zufuhr von Wärme bald dem Drucke der Atmosphäre gleich kommen, der Siedepunkt würde auf 100° C. steigen.

Beseitigt man aber den Dampf in dem Maße, wie er sich bildet, so daß der Druck nicht über 4,6 mm steigt, so wird das Sieden ununterbrochen bei 0° C. fortgehen, so lange noch Flüssigkeit vorhanden ist; erhält man den Druck gleichmäßig auf 148,8 mm, so wird das Wasser bei 60° C. sieden, solange, bis der letzte Tropfen desselben verdampft ist.

Um den Siedepunkt einer Flüssigkeit konstant zu erhalten, muß der dem Siedepunkte entsprechende Druck unverändert bleiben.

Die Beseitigung des Dampfdruckes kann auf verschiedene Weisen erfolgen, durch Absorption, durch Kondensation, oder durch fortgesetzte Abführung. Es giebt Substanzen, die eine außerordentlich große Anziehungskraft zum Wasserdampf haben, deren Anziehungskraft größer ist als die Kraft, durch welche die Wassermoleküle aus dem tropfbar flüssigen in den dampfförmigen Zustand versetzt werden. Kommen solche Körper in eine mit Wasserdampf mehr oder weniger gesättigte Atmosphäre, so nehmen sie das Wasser auf und lassen eine von Dampf befreite Atmosphäre zurück. Zu diesen gehört u. a. die konzentrierte Schwefelsäure. Bringen wir daher in einen abgeschlossenen Raum ein Gefäß mit Wasser und ein Gefäß mit konzentrierter Schwefelsäure und verdünnen wir die Luft bis zu einem Drucke von 4,6 mm, so wird das Wasser bei 0° C. zu sieden beginnen und, wenn keine Luft von außen eindringt, im Sieden bleiben, bis alles verdunstet ist, weil der durch den entstehenden Wasserdampf ausgeübte Druck sofort durch die Absorption des Dampfes aufgehoben wird.

Wenn der bei einer bestimmten Temperatur gebildete Dampf unter diese Temperatur abgekühlt wird, so wird einem Teile desselben die zu seiner Erhaltung in Dampfform erforderliche Wärme entzogen. Ein entsprechend großer Teil des Dampfes wird dadurch in tropfbar flüssiges Wasser übergeführt, welches einen Druck auf die siedende Flüssigkeit nicht mehr ausübt. Wenn wir also in einem Apparate, in welchem Wasser bei einer Temperatur von 60° C. siedet, den sich bildenden Dampf abkühlen, so können wir durch die Kondensation

des Dampfes den Druck so regeln, daß derselbe die Größe von 148,8 mm nicht übersteigt und wir können dadurch den Siedepunkt konstant erhalten.

Selbstverständlich kann man dasselbe, wie durch Absorption und Kondensation, auch dadurch erreichen, daß man den sich bildenden Wasserdampf in dem Maße, wie er entsteht, durch eine Pump- oder Saugvorrichtung entfernt, sobald diese kräftig genug ist, um eine entsprechende Verringerung des Druckes auszuüben. Da man aber in der Abkühlung des Dampfes ein außerordentlich bequemes und wenig kostspieliges Mittel hat, den Druck des Dampfes zu vernichten, so wird man sich nie auf die Thätigkeit der Luftpumpe beschränken, sondern beide Methoden verbinden und so teils durch Kondensation, teils durch die Thätigkeit der Luftpumpe den Druck im Innern des Apparates auf der Höhe erhalten, welche den augenblicklichen Zwecken am meisten dienlich ist.

3. Die Verdampfapparate.

Wenn von der Verdampfung auf freiem Feuer abgesehen wird, so besteht der einfachste Verdampfapparat in einer flachen Pfanne, auf deren Boden ein Dampfheizrohr liegt. Da diese Art der Verdampfung sich gegenwärtig in Zuckerfabriken nicht mehr findet, so mag es genügen, die Einrichtung dieser Apparate kurz anzudeuten.

Bei Halette's Verdampfpfanne bildet der Saftraum einen runden, flachen Behälter mit ebenem Boden und vertikalen Seitenwänden, in dem das zu einer Doppelspirale aufgewundene kupferne Heizrohr auf dem Boden liegt. Der Dampf tritt durch ein über den Rand der Pfanne geführtes Rohr in die Spirale, durchströmt dieselbe und wird am anderen Ende auf gleiche Weise abgeleitet. Diese Anordnung hat einen großen Übelstand. Beim Anheizen wird zunächst der größte Teil des Dampfes im Heizrohre zu Wasser verdichtet, dieses Wasser sammelt sich in dem Rohre und erfüllt dies mehr und mehr, da es keinen freien Abfluß hat. Es bildet sich allmählich eine Wassersäule von der Länge der Spirale, die eines starken Dampfdruckes bedarf, um durch die vielfachen Windungen des Heizrohres hindurch und endlich noch über die letzte vertikale Steigung über den Rand der Pfanne geschoben zu werden. Die Reibungswiderstände im Innern

des Rohres sind dabei so groß, daß man leicht ein Zersprengen herbeiführen kann, wenn man hierauf nicht Rücksicht nimmt, und namentlich beim ersten Anheizen den Dampf nicht vorsichtig und allmählich einströmen läßt.

Besser in dieser Beziehung ist die Verdampfpfanne von Pecqueur. Diese ist nicht rund, sondern hat die Gestalt eines langen Hufeisens, oder eines länglichen Viereckes, dessen Enden an der einen Seite durch zwei Kreissegmente, die zusammen einen Halbkreis bilden, ersetzt sind. Der Boden ist, wie bei der Pfanne von Halette, flach, die Seitenwände sind vertikal. Die Hauptverschiedenheit gegen jenen Apparat beruht in der Anordnung der Heizvorrichtung.

An dem einen, nicht bogenförmigen Ende der Pfanne sind zwei in einer Linie liegende Stopfbüchsen durch die beiden sich gegenüber befindlichen Wandungen geführt. Dieselben sind nach außen verlängert und ruhen hier in je einem Lager, welches von einem eisernen Pfeiler getragen wird. Am entgegengesetzten Ende der Pfanne befindet sich unter dem Boden, jedoch auf keine Weise mit demselben verbunden, ein dritter eiserner Pfeiler, welcher an dieser Stelle als Träger dient. Im Innern der Pfanne ist in jede der beiden Stopfbüchsen ein, nicht ganz bis zur Mittellinie reichender, und hier geschlossener Rohrstutzen dampfdicht, aber in der Stopfbüchse drehbar eingesetzt. Diese beiden Rohrstutzen sind durch sechs langgestreckte, hufeisenförmig gebogene, in einer Ebene liegende Röhren unter einander verbunden. In das außerhalb der Pfanne befindliche Ende der einen Stopfbüchse ist das Dampfzuleitungsrohr eingefügt, jedoch so, daß die Stopfbüchse sich frei um dasselbe drehen kann, die andere Stopfbüchse nimmt das Dampfableitungsrohr auf.

Bei der Zuleitung des Dampfes strömt derselbe zunächst durch die Stopfbüchse in den kurzen Rohrstutzen, verteilt sich dann durch die sechs hufeisenförmigen Heizröhren, geht, nachdem er diese durchströmt hat in den anderen Rohrstutzen und entweicht, das Kondensationswasser vor sich hertreibend, an der anderen Seite der Pfanne in das Ableitungsrohr.

Da der Dampf hier einen fast geraden, nur durch eine Krümmung unterbrochenen Weg zurückzulegen hat, so ist der Reibungswiderstand auf das möglichst geringe Maß zurückgeführt, und da der Abfluß des Kondensationswassers mit den Heizröhren in einer Horizontalebene liegt, so wird auch durch dieses kein Hindernis dargeboten.

Die beschriebene Anordnung der Pfanne bietet einen weiteren Vorteil dar. Die durch ein Ventil verschließbare Öffnung, durch welche der genügend konzentrierte Saft abgelassen wird, liegt an dem vorderen Ende, mitten zwischen den beiden Stopfbüchsen. Da nun die Pfanne von den Verlängerungen dieser Stopfbüchsen, die in Lagern drehbar sind, getragen wird, so braucht man, wenn der größere Teil des Saftes abgeflossen ist, das hintere Ende der Pfanne nur etwas zu heben, um so der Pfanne eine gegen den Horizont beliebig schräge Stellung zu geben, wodurch die vollständige Entleerung außerordentlich erleichtert wird. Zugleich ist aber auch das ganze System der Heizröhren, und zwar unabhängig von der Pfanne, in den Stopfbüchsen drehbar, wodurch es von allen Seiten leicht zugängig wird. Bei der Verdampfung des Saftes scheiden sich feste Körper ab, die sich auf den Heizröhren anlegen und dadurch das Wärmeleitungsvermögen derselben verringern. Bei einem festliegenden Röhrensystem sind diese schwer zu beseitigen, da aber hier die Röhren frei in die Höhe gerichtet werden können, so kann man sie mit größter Leichtigkeit durch Behandlung mit einer scharfen Bürste und nachheriges Abspülen mit Wasser reinigen.

Der Pecqueur'sche Apparat ist für eine Heizung mit Dampf von hoher Spannung berechnet. Erfahrungsgemäß verdampft derselbe, wenn man Dampf von fünf Atmosphären Spannung oder 152° C. einströmen läßt, pro Quadratmeter Oberfläche der Heizröhren pro Stunde 100 kg Wasser.

Selbstverständlich würde man eine gleiche Verdampfung mit Dampf von geringerer Spannung erzielen können, wenn man dem Röhrensysteme eine größere Fläche gäbe, wenn man z. B. statt des einen, zwei Röhrensysteme von je sechs Röhren, oder drei solcher Röhrensysteme übereinander legte.

Das Verständnis der komplizierteren Apparate, bei welchen von der künstlichen Verringerung des Druckes Gebrauch gemacht wird, wird erleichtert, wenn man bei der Betrachtung derselben von der einfachsten Pfanne ausgeht.

Man denke sich z. B. eine Pecqueur'sche Pfanne mit vergrößerter Heizfläche nicht offen, sondern oben geschlossen, es gehe alsdann von dem oberen Deckel ein Rohr ab, welches diesen mit dem ebenfalls vergrößerten Heizröhrensysteme einer zweiten, sonst auf gleiche Weise eingerichteten Pfanne verbindet. Sind nun beide mit Saft gefüllt

und wird die erste Pfanne angeheizt, indem man Dampf in die Heizröhren derselben einströmen läßt, so wird der Saft hier zunächst erwärmt, bald entwickeln sich Dämpfe, die die über dem Safte befindliche Luft verdrängen und sie durch die Heizröhren der zweiten Pfanne entweichen lassen. Bei fortschreitender Erwärmung kommt der Saft in der ersten Pfanne bald ins Sieden, die Dämpfe entweichen in die Heizröhren der zweiten Pfanne. Da sich hier aber kalter Saft befindet, so wird der Dampf in den Heizröhren verdichtet, wodurch der Dampfdruck in der ersten Pfanne verringert wird, was aber wieder eine Erniedrigung des Siedepunktes herbeiführt. Durch die in den Heizröhren der zweiten Pfanne bewirkte Verdichtung des Dampfes wird daher das Sieden in der ersten bei einer niedrigeren Temperatur erfolgen. Vorausgesetzt ist dabei, daß durch das Ableitungsrohr der zweiten Pfanne nicht Luft eindringen könne; wie dies zu erreichen ist, wird bei der speziellen Beschreibung gezeigt werden.

Durch die Wärmeabgabe des Dampfes in den Heizröhren der zweiten Pfanne wird der Inhalt derselben allmählich erwärmt und beginnt Dampf zu entwickeln. Wird nun der hier entwickelte Dampf in einen Kondensator möglichst rasch und vollständig verdichtet, so kann der den Spiegel der zweiten Pfanne belastende Druck sehr verringert, und damit der Siedepunkt um ein Beträchtliches erniedrigt werden, jedenfalls so weit, daß der Saft in der zweiten Pfanne bei einer niederen Temperatur siedet als der in der ersten befindliche.

Damit ist aber die Möglichkeit gegeben, daß der aus der ersten Pfanne kommende Dampf die Verdampfung des Saftes der zweiten Pfanne bewirke, und da anderseits der das Heizröhrensystem der zweiten Pfanne umspülende Saft selbst beim Kochen eine niedrigere Temperatur hat, als der in der ersten Pfanne entwickelte Dampf, so findet hier beständige Verdichtung und damit Erniedrigung des Siedepunktes des Saftes in der ersten Pfanne statt.

Hält man in der zweiten Pfanne, durch starke Verdichtung des Dampfes, den Siedepunkt des Saftes auf einer Temperatur von etwa 60° C., so wird der Saft in der ersten Pfanne etwa bei 90° C. sieden, und heizt man die erste Pfanne mit Maschinenretourdampf von 110° C., so wird die Verschiedenheit der Temperatur des Heizdampfes und des Siedepunktes in der ersten Pfanne 20° C., in der zweiten Pfanne 30° C. betragen, was bei einer hinreichend großen Oberfläche

der Heizröhren weitaus genügend ist, um eine allen Anforderungen entsprechende Geschwindigkeit der Verdampfung zu haben.

Apparate zum Sieden unter verringertem Drucke wurden bereits im Jahre 1813 von E. C. Howard in London in der Zuckerraffinerie verwandt. Die Vereinigung obiger Gedanken, die Verdampfung des Saftes durch Saftdampf, ist zuerst von Rillieux in den Zuckerfabriken Amerikas durchgeführt worden. Derselbe verband drei Apparate untereinander und zwar derart, daß zwei derselben mit Maschinendampf geheizt wurden, während der in diesen beiden ersten entwickelte Dampf in das Heizröhrensystem des dritten geleitet wurde, der dritte war mit Kondensationsvorrichtung versehen. Die Apparate hatten die Gestalt der Lokomotivkessel, es waren liegende cylindrische Behälter, in denen eine große Zahl von horizontalen Heizröhren angebracht waren. Tischbein brachte den Rillieux'schen Apparat 1850 nach Europa und ließ ihn auf seinen Namen patentieren. Später erhielt derselbe vielfache Verbesserungen, und es war namentlich Robert in Seelowitz, dem die Zuckerfabrikation so außerordentlich vieles verdankt, der sich am meisten um die Vervollkommnung des Verdampfapparates verdient gemacht hat. Robert's Hauptabänderung besteht darin, daß er den liegenden Kessel aufrecht stellte und den Dampf nicht mehr durch die Heizröhren passieren ließ, sondern ihn in einen besonderen Abschnitt des Kessels leitete, der mit zahlreichen Röhren durchzogen war. In diesen Röhren die den oberen mit dem unteren Teile des Apparates verbinden, befand sich und cirkulierte der Saft. Robert glaubte hierdurch eine gleichmäßigere Verteilung und bessere Ausnutzung der Wärme zu erzielen und die Verdampfung regelmäßiger zu machen. Neuerdings hat man die liegenden Apparate ebenfalls in vieler Beziehung verbessert, so daß jetzt beide Formen eine weite Verbreitung gefunden haben. Ob der einen oder der anderen Form, in ihrer jetzigen vollendeten Gestalt, der Vorzug zuzusprechen sei, ist kaum zu sagen. Thatsache ist, daß beide nebeneinander bestehen und daß beide Formen vielleicht in gleicher Anzahl in den Fabriken sich befinden. Es spricht dies am besten dafür, daß beide bewährt, beide gut sind. Einen Vorteil bieten jedoch die stehenden Apparate vor den liegenden. Dieser besteht darin, daß die Niederschläge, welche sich während des Verdampfens bilden, leichter zu beseitigen sind. Bei den stehenden Apparaten setzen diese sich an den inneren Wandungen der Röhren, bei den liegenden an den äußeren Wandungen der Heiz-

röhren an. Die innere Fläche der aufrecht stehenden Röhren ist aber leicht zugängig und kann durch Einschieben von runden Bürsten leicht gereinigt werden, während die äußere Fläche der in großer Zahl dicht nebeneinander befindlichen Röhren nicht anders zugängig ist, als nachdem die Röhren einzeln herausgenommen sind. Bei diesen muß man daher während der Betriebszeit auf eine mechanische Reinigung, die immer mehrere Tage in Anspruch nimmt, verzichten und sieht sich gezwungen, die Niederschläge durch aufeinanderfolgendes Auskochen mit Soda und Salzsäure zu lösen, eine Reinigungsmethode, die viel weitläufiger und für den Apparat weit weniger zuträglich ist.

Dagegen haben die stehenden Apparate den großen Nachteil, daß die messingenen Heizrohre derselben sich sehr ungleichmäßig abnutzen. Das aus den Säften sich entwickelnde Ammoniak zerfrißt diese Rohre nämlich nur an ihren obersten Enden, sodaß dieselben immer wieder durch neue ersetzt werden müssen, obgleich sie im übrigen noch vollkommen intakt sind. Besonders unangenehm ist dabei der Umstand, daß sich die durch das Zerfressen hervorgerufene Undichtigkeit der Rohre naturgemäß, weil man dieselben nicht herausnehmen und untersuchen kann, fast stets erst im Laufe der Kampagne durch einen Gehalt der Brüdenwässer an Zucker bemerkbar macht und daß man auch die Reparaturen während der Kampagne vornehmen muß. Bei den liegenden Apparaten hingegen werden zwar auch die Rohre durch das Ammoniak angegriffen, aber stets nur die der obersten Lage und zwar gleichmäßig in ihrer ganzen Länge. Da dieselben jedoch nach jeder Kampagne zum Zwecke der Reinigung herausgenommen und dann auch jedesmal einer Druckprobe unterworfen werden, kommen Undichtigkeiten an denselben im Laufe des Betriebes niemals vor.

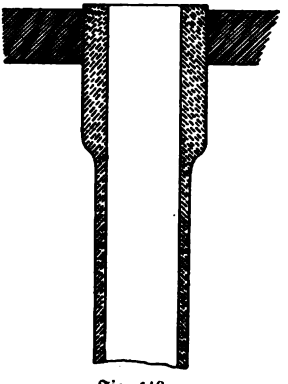


Fig. 148.
Heckmann'sches verstärktes Siederohr.

Um diesem Übelstande bei stehenden Apparaten abzuhelfen, stellt die Firma C. Heckmann in Breslau jetzt nach dem Mannesmann'schen Walzverfahren Rohre mit oben verdickten Enden (Fig. 148) her. Abgesehen von dieser Verstärkung sind für unseren Zweck Mannesmann-Rohre an sich schon den nach dem gewöhnlichen Verfahren

der Heizröhren weitaus genügend ist, um eine allen Anforderungen entsprechende Geschwindigkeit der Verdampfung zu haben.

Apparate zum Sieden unter verringertem Drucke wurden bereits im Jahre 1813 von E. C. Howard in London in der Zuckerraffinerie verwandt. Die Vereinigung obiger Gedanken, die Verdampfung des Saftes durch Saftdampf, ist zuerst von Rillieux in den Zuckerfabriken Amerikas durchgeführt worden. Derselbe verband drei Apparate untereinander und zwar derart, daß zwei derselben mit Maschinendampf geheizt wurden, während der in diesen beiden ersten entwickelte Dampf in das Heizröhrensystem des dritten geleitet wurde, der dritte war mit Kondensationsvorrichtung versehen. Die Apparate hatten die Gestalt der Lokomotivkessel, es waren liegende cylindrische Behälter, in denen eine große Zahl von horizontalen Heizröhren angebracht waren. Tischbein brachte den Rillieux'schen Apparat 1850 nach Europa und ließ ihn auf seinen Namen patentieren. Später erhielt derselbe vielfache Verbesserungen, und es war namentlich Robert in Seelowitz, dem die Zuckerfabrikation so außerordentlich vieles verdankt, der sich am meisten um die Vervollkommnung des Verdampfapparates verdient gemacht hat. Robert's Hauptabänderung besteht darin, daß er den liegenden Kessel aufrecht stellte und den Dampf nicht mehr durch die Heizröhren passieren ließ, sondern ihn in einen besonderen Abschnitt des Kessels leitete, der mit zahlreichen Röhren durchzogen war. In diesen Röhren die den oberen mit dem unteren Teile des Apparates verbinden, befand sich und cirkulierte der Saft. Robert glaubte hierdurch eine gleichmäßigere Verteilung und bessere Ausnutzung der Wärme zu erzielen und die Verdampfung regelmäßiger zu machen. Neuerdings hat man die liegenden Apparate ebenfalls in vieler Beziehung verbessert, so daß jetzt beide Formen eine weite Verbreitung gefunden haben. Ob der einen oder der anderen Form, in ihrer jetzigen vollendeten Gestalt, der Vorzug zuzusprechen sei, ist kaum zu sagen. Thatsache ist, daß beide nebeneinander bestehen und daß beide Formen vielleicht in gleicher Anzahl in den Fabriken sich befinden. Es spricht dies am besten dafür, daß beide bewährt, beide gut sind. Einen Vorteil bieten jedoch die stehenden Apparate vor den liegenden. Dieser besteht darin, daß die Niederschläge, welche sich während des Verdampfens bilden, leichter zu beseitigen sind. Bei den stehenden Apparaten setzen diese sich an den inneren Wandungen der Röhren, bei den liegenden an den äußeren Wandungen der Heiz-

röhren an. Die innere Fläche der aufrecht stehenden Röhren ist aber leicht zugängig und kann durch Einschieben von runden Bürsten leicht gereinigt werden, während die äußere Fläche der in großer Zahl dicht nebeneinander befindlichen Röhren nicht anders zugängig ist, als nachdem die Röhren einzeln herausgenommen sind. Bei diesen muß man daher während der Betriebszeit auf eine mechanische Reinigung, die immer mehrere Tage in Anspruch nimmt, verzichten und sieht sich gezwungen, die Niederschläge durch aufeinanderfolgendes Auskochen mit Soda und Salzsäure zu lösen, eine Reinigungsmethode, die viel weitläufiger und für den Apparat weit weniger zuträglich ist.

Dagegen haben die stehenden Apparate den großen Nachteil, daß die messingenen Heizrohre derselben sich sehr ungleichmäßig abnutzen. Das aus den Säften sich entwickelnde Ammoniak zerfrißt diese Rohre nämlich nur an ihren obersten Enden, sodaß dieselben immer wieder durch neue ersetzt werden müssen, obgleich sie im übrigen noch vollkommen intakt sind. Besonders unangenehm ist dabei der Umstand, daß sich die durch das Zerfressen hervorgerufene Undichtigkeit der Rohre naturgemäß, weil man dieselben nicht herausnehmen und untersuchen kann, fast stets erst im Laufe der Kampagne durch einen Gehalt der Brüdenwässer an Zucker bemerkbar macht und daß man auch die Reparaturen während der Kampagne vornehmen muß. Bei den liegenden Apparaten hingegen werden zwar auch die Rohre durch das Ammoniak angegriffen, aber stets nur die der obersten Lage und zwar gleichmäßig in ihrer ganzen Länge. Da dieselben jedoch nach jeder Kampagne zum Zwecke der Reinigung herausgenommen und dann auch jedesmal einer Druckprobe unterworfen werden, kommen Undichtigkeiten an denselben im Laufe des Betriebes niemals vor.

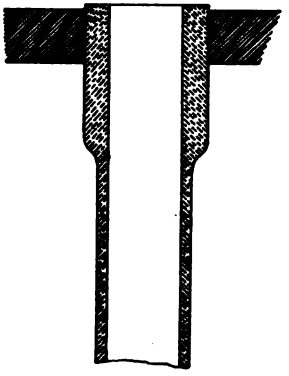


Fig. 148.
Heckmann'sches verstärktes Siederohr.

Um diesem Übelstande bei stehenden Apparaten abzuhelfen, stellt die Firma C. Heckmann in Breslau jetzt nach dem Mannesmann'schen Walzverfahren Rohre mit oben verdickten Enden (Fig. 148) her. Abgesehen von dieser Verstärkung sind für unseren Zweck Mannesmann-Rohre an sich schon den nach dem gewöhnlichen Verfahren

erzeugten Rohren vorzuziehen, weil sie wegen ihrer spiegelglatten Oberfläche der zerstörenden Wirkung des Ammoniaks weniger Angriffspunkte bieten, als diese.

Sowohl die stehenden, wie die liegenden Apparate werden auf sehr verschiedene Weise konstruiert. Es finden Abweichungen statt, in Bezug auf die Zahl der untereinander verbundenen Verdampfgefäße, und fast in jedem einzelnen Detail.

Man findet Apparate mit zwei und solche mit drei oder mehreren Verdampfgefäßen oder Verdampfkörpern, oder schlechthin Körper genannt. Bei den Apparaten mit drei Körpern ist die Einrichtung so getroffen, daß der von der Filtration kommende Dünnsaft zuerst in den ersten Körper tritt, hier konzentriert wird, dann in den zweiten Körper gelangt, in welchem die Verdampfung weiter fortschreitet, bis der Saft in dem dritten Körper in Dicksaft verwandelt wird. Der erste Körper wird hier direkt geheizt, der zweite erhält den Dampf vom ersten, der dritte den vom zweiten. Der dritte Körper steht direkt mit dem Kondensator in Verbindung, wodurch die Temperatur des Siedepunktes des darin befindlichen Saftes erheblich erniedrigt wird. Da in dem Heizraume des dritten Körpers eine Kondensation des vom zweiten Körper kommenden Dampfes stattfindet, und da außerdem der Heizraum des dritten Körpers ebenfalls mit dem Kondensator in Verbindung steht, so wird auch der Siedepunkt des Saftes im zweiten Körper erniedrigt. Auf gleiche Weise hat man den dritten mit einem vierten, fünften und noch mehreren Körpern auf Rillieux' Empfehlung verbunden.

Häufig findet man die Anordnung von drei Verdampfkörpern derartig, daß man von den dreien zwei Körper, von einander getrennt, gleichmäßig zur Verdampfung des Dünnsaftes verwendet und den in beiden gewonnenen konzentrierteren Saft in den dritten oder Dicksaftkörper leitet und ebenso den Dampf von den beiden Dünnsaftkörpern zur Heizung des dritten, des Dicksaftkörpers verwendet. Diese Einrichtung ist besonders da zu empfehlen, wo es sich darum handelt, eine bestehende Anlage für einen größeren Betrieb umzuändern. Hat man einen Zweikörperapparat, so ist es leicht, den dritten Körper hinzuzufügen und dadurch die Leistungsfähigkeit entsprechend zu erhöhen. Ein solcher Apparat funktioniert auf gleiche Weise wie ein Zweikörperapparat mit vergrößerter Heizfläche.

Bei der Konstruktion aller Apparate ist das Augenmerk hauptsächlich auf folgende Punkte zu richten:

1. Die Heizfläche soll so groß wie irgend möglich genommen werden, da dadurch die Schnelligkeit der Verdampfung bedingt ist.

2. Der über der siedenden Flüssigkeit verbleibende Dampfraum darf nicht zu klein sein, weil sonst ein erhebliches Mitreißen der Flüssigkeit stattfinden würde.

3. Je weiter die Verbindungsröhren, welche vom Dampfraume des einen zum Heizraume des anderen Körpers führen, gemacht werden, um so mehr wird die Geschwindigkeit des sich darin bewegenden Dampfstromes vermindert, um so viel mehr Gelegenheit wird den vom Dampfe fortgeführten Saftteilen gegeben, sich wieder abzuscheiden.

4. Es sind Apparate zwischen den einzelnen Verdampfkörpern und zwischen dem letzten Körper und der Kondensation einzuschalten, welche den vom Dampfe fortgeführten Saft sammeln und zurückleiten. Je mehr in diesen Apparaten die Geschwindigkeit des Dampfstromes vermindert wird, um so geringer werden die Zuckerverluste bei der Verdampfung werden.

4. Leistungsfähigkeit der verschiedenen Verdampfapparate.

Zur Entscheidung der Frage: Welche Kombination von Verdampfkörpern ist am meisten zu empfehlen? — kann nur die Kenntnis der unter den verschiedenen Bedingungen zu verwendenden Wärmemengen führen, indem derjenige Apparat sich als der vorteilhafteste erweisen wird, in welchem die gleiche Saftmenge unter Verwendung der geringsten Menge von Heizdampf zu verdampfen ist. Wenn auch die Verdampfung im allgemeinen nicht mit direktem, sondern großenteils mit Retourdampf ausgeführt wird, so darf doch nicht angenommen werden, daß dieser Retourdampf kostenlos zur Verfügung stehe. Hätten wir keine Verwendung für den Retourdampf, so würden wir, um Kohlen zu sparen, gezwungen sein, unsere Dampfmaschinen anders zu bauen, nämlich durch Anlage von Kondensationsapparaten für den Retourdampf derselben deren Kolben zu entlasten und damit den Dampfverbrauch der Maschinen, somit auch die Dampferzeugung in den Kesseln, also den Kohlenverbrauch erheblich zu vermindern. Da wir aber Ver-

wendung für den Retourdampf haben, brauchen wir sogen. Kondensationsmaschinen nicht anzulegen, im Gegenteile würde eine solche Anlage fehlerhaft sein, weil bei derselben die ganze, im Retourdampfe enthaltene Wärme verloren gehen würde. Ebenso falsch würde es aber auch sein, solche Maschinen aufzustellen, die eine recht große Menge Retourdampf geben, also dem entsprechend viel direkten Dampf verbrauchen. Wenn man nämlich die Anlage einer Zuckerfabrik in Bezug auf die Verwendung des Retourdampfes auch noch so sorgfältig durchdacht hat, kommen im Betriebe derselben doch von Zeit zu Zeit Situationen vor, in denen eine Ausnutzung desselben unmöglich ist. In solchen Fällen fliegt bei schlechten Maschinen viel, bei guten wenig Kohle in Form von Abdampf zum Dache hinaus. In besser eingerichteten Fabriken hat man deshalb Maschinen von alter Konstruktion, mit vollem Dampfverbrauche, nicht mehr, sondern nur solche, bei denen die Expansionskraft des Dampfes ausgenutzt wird, bei denen also der Dampfzutritt durch eine sogen. Expansionssteuerung abgesperrt wird, sobald der Dampfcylinder zu einem Drittel, Viertel oder Fünftel gefüllt ist. Diese Maschinen verbrauchen demnach für dieselbe Arbeitsleistung nur ein Drittel, Viertel oder Fünftel des Dampfes, wie die alten Maschinen und produzieren dem entsprechend auch so viel weniger Retourdampf; sollte diese Menge für die Verdampfung nicht ausreichen, so hat man es immer noch in der Hand, den Verdampfapparaten direkten Dampf zuzuführen. An dieser Stelle aber nach Möglichkeit zu sparen, ist das fortwährende Bestreben der Zuckerfabrikanten während des letzten Jahrzehnts.

So lange man noch mit den alten, viel Dampf verbrauchenden Maschinen arbeitete, war das Bedürfnis für Dampfersparnis in den Apparaten weniger dringend, denn der einmal erzeugte Retourdampf mußte auch verbraucht werden. Erst mit Einführung der Maschinen mit Präzisionssteuerung schritt man auch zum rationellen Umbaue der Verdampfstation.

Die für die Apparate nötige Dampfmenge läßt sich durch Rechnung ermitteln. Nehmen wir überall die Temperatur des auf 0,5 Atmosphären Überdruck gespannten Retourdampfes zu 112° C. und den mittelst Kondensation und Luftpumpe erzielten verminderten Luftdruck zu 149 mm — die Verminderung am Vakuummeter mit 611 mm gemessen, — an, so wird der Saft bei 60° C. sieden, und wir werden

daher eine Differenz der Temperatur zwischen Heizfläche und Siedepunkt des Saftes von 52 ° C. haben. Diese Differenz kommt aber direkt nur bei der Verwendung eines Einkörperapparates zur Geltung. Beim Zweikörperapparate verteilt sie sich gleichmäßig auf beide Körper, beim Dreikörperapparate auf alle drei Körper; sie beträgt daher beim Zweikörperapparate für jeden Körper 26 ° C., beim Dreikörperapparate für jeden Körper 17,3 ° C.

Beim Zweikörperapparate wird der erste Körper mit Retourdampf von 112 ° C. geheizt, der Saft siedet bei 86 ° C., der Dampf von 86 ° C. dient im zweiten Körper, um den dort bei 60 ° C. siedenden Saft zu verdampfen. Beim Dreikörperapparate wird der erste Körper, ebenso wie vorher mit Retourdampf von 112 ° C. geheizt, der Saft siedet hier aber bei 94,6 ° C. und liefert Dampf von dieser Temperatur; im zweiten Körper siedet der Saft bei 77,3 ° C., dessen gleichwarmer Dampf dazu dient, um den im dritten Körper bei 60 ° C. siedenden Saft zu verdampfen. Es wird daher, unter sonst gleichen Bedingungen, die Differenz des Temperaturgefälles um so geringer, je mehr Verdampfkörper man in die Reihe einschaltet.

Für die Berechnung der Verdampfungseffekte gehen wir von einem Einkörperapparate mit einer Heizfläche von 100 qm aus; bei den übrigen Apparaten ist die jedem Körper zu gebende Heizfläche durch Rechnung zu finden.

Die für die Rechnung erforderlichen Faktoren mögen folgendermaßen bezeichnet sein:

t_0 die Temperatur des in den Apparat eintretenden Dünnsaftes, welche in allen Fällen = 75 ° C. angenommen sein möge,

t_1 der Siedepunkt des Saftes in den einzelnen Verdampfkörpern,

t_2 die Temperatur des Heizdampfes in den einzelnen Verdampfkörpern.

C der Wärmetransmissionskoeffizient, bezogen auf 1 qm Heizfläche pro Minute und für 1 ° C. der Temperaturdifferenz $t_2 - t_1$. Dieser Koeffizient wechselt je nach der Beschaffenheit der Apparate; es werde hier eine durch Beobachtungen von Wellner-Jelinek gefundene Zahl von 22 Wärmeeinheiten angenommen,

F die Heizfläche der Verdampfapparate in Quadratmetern,

Q die Zahl der auf ein Quadratmeter und Minute transmittierten Wärmeeinheiten = $FC\ (t_2 - t_1)$,

λ_1 diejenige Wärmemenge, welche nötig ist, um 1 kg Wasser von 0° unter konstantem Drucke in Dampf von t_1 Temperatur zu verwandeln, in Wärmeeinheiten ausgedrückt $= 606{,}5 + 0{,}305\ t_1$,

r_2 die Dampfwärme, welche bei der Kondensation im Heizraume abgegeben wird $= 607 - 0{,}708\ t_2$,

D Gewicht des Heizdampfes, der in dem Heizraume kondensiert wird, in Kilogrammen,

W Gewicht des an der Heizfläche des Verdampfapparates verdampften Wassers in Kilogrammen.

Es folgt: da $Q = Dr_2$ . . . . . $D = \frac{Q}{r_2}$ I

ferner $Q = W\ (\lambda_1 - t_0)$ . . . $W = \frac{Q}{\lambda_1 - t_0}$ II

1. Für den **Einkörperapparat** sind die betreffenden Werte:

$t_0 = 75°$ C.
$t_1 = 60°$ C.
$t_2 = 112°$ C.
$t_2 - t_1 = 52°$ C.
$F = 100$ qm.
$C = 22$ Wärmeeinheiten.
$Q = 100 \times 22 \times 52 = 114\,400$ Wärmeeinheiten.

$$D = \frac{114\,400}{607 - (0{,}708 \times 112)} = 216{,}3 \text{ kg kondensierter Dampf.}$$

$$W = \frac{114\,400}{606{,}5 + (0{,}305 \times 60) - 75} = 208 \text{ kg verdampftes Wasser.}$$

Es verdampft somit der Einkörperapparat mit 100 qm Heizfläche in der Minute 208 oder auf ein Quadratmeter in der Stunde 124 kg Wasser, wenn der Saft mit 75° C. in den Apparat tritt. Zur Verdampfung der 208 kg Wasser sind 216,3 kg Heizdampf nötig, es verdampft daher hier 1 kg Heizdampf 0,96 kg Wasser.

2. Bei dem **Zweikörperapparate** sind selbstverständlich die Werte für die einzelnen Körper verschieden. Sie gestalten sich folgendermaßen:

Erster Körper:

$t_0 = 75°$ C.
$t_1 = 86°$ C.

$t_2 = 112^0$ C.
$t_2 - t_1 = 26^0$ C.
F = 100 qm.
C = 22 Wärmeeinheiten.
$Q = 100 \times 22 \times 26 = 57\,200$ Wärmeeinheiten.
$r_2 = 607 - (0{,}708 \times 112) = 527{,}7$.
$\lambda_1 = t_0 - 606{,}5 + (0{,}305 \times 86) - 75 = 557{,}73$ Wärmeeinh.

$$D = \frac{57\,200}{527{,}7} = 108{,}3 \text{ kg kondensierter Dampf.}$$

$$W = \frac{57\,200}{557{,}73} = 102{,}5 \text{ kg verdampftes Wasser.}$$

Zweiter Körper.

$t_0 = 86^0$ C.
$t_1 = 60^0$ C.
$t_2 = 86^0$ C.
$t_2 - t_1 = 26^0$ C.
$r_2 = 607 - (0{,}708 \times 86) = 546$.
$\lambda_1 - t_0 = 606{,}5 + (0{,}305 \times 60) - 86 = 538{,}8$.
$Q = Dr_2$ (D = dem im ersten Körper verdampften Wasser)
$= 102{,}5 \times 546 = 55\,965$ Wärmeeinheiten.

$$F = \frac{55\,965}{22 \times 26} = 97{,}84 \text{ qm.}$$

D = 102,5 kg.

$$W = \frac{55\,965}{538{,}8} = 103{,}8 \text{ kg verdampftes Wasser.}$$

Im Zweikörperapparate sind daher in der Minute 102,5 + 103,8 = 206,3 kg Wasser mit einer Heizfläche von 100 + 97,84 = 197,84 qm verdampft. Oder in der Stunde verdampft ein Quadratmeter Heizfläche 62,5 kg Wasser. Auf gleiche Größe der Heizfläche bezogen ist daher hier selbstverständlich die Leistung eine weit geringere als beim Einkörperapparate. Dagegen ist die Ausnutzung der Dampfwärme eine ungleich höhere, denn die Verdampfung von 206,3 kg Wasser erfordert hier nur 108,3 kg Heizdampf, oder mit 1 kg Heizdampf ist 1,90 kg Wasser verdampft.

Beim **Dreikörperapparate** gestalten sich die Verhältnisse wie folgt:

Erster Körper:

$t_0 = 75^0$ C.

$t_1 = 94{,}6^0$ C.

$t_2 = 112^0$ C.

$t_2 - t_1 = \frac{52}{3} = 17{,}3^0$ C.

$F = 100$ qm.

$C = 22$ Wärmeeinheiten.

$Q = 100 \times 22 \times 17{,}3 = 38\,060$ Wärmeeinheiten.

$r_2 = 607 - (0{,}708 \times 112) = 527{,}7$.

$\lambda_1 - t_0 = 606{,}5 + (0{,}305 \times 94{,}6) - 75 = 560{,}35$.

$D = \frac{38\,060}{527{,}7} = 72{,}1$ kg kondensierter Dampf.

$W = \frac{38\,060}{560{,}35} = 67{,}9$ kg verdampftes Wasser.

Zweiter Körper.

$t_0 = 94{,}6^0$ C.

$t_1 = 77{,}3^0$ C.

$t_2 = 94{,}6^0$ C.

$t_2 - t_1 = 17{,}3^0$ C.

$r_2 = 607 - (0{,}708 \times 94{,}6) = 540$.

$\lambda_1 - t_0 = 606{,}5 + (0{,}305 \times 77{,}3) - 94{,}6 = 535{,}5$.

$Q = Dr_2$ (D = dem im ersten Körper verdampften Wasser)

$= 67{,}9 \times 540 = 36\,666$ Wärmeeinheiten.

$F = \frac{36\,666}{22 \times 17{,}3} = 96{,}34$ qm.

$D = 67{,}9$ kg kondensierter Dampf.

$W = \frac{36\,666}{535{,}5} = 68{,}5$ kg verdampftes Wasser.

Dritter Körper.

$t_0 = 77{,}3^0$ C.

$t_1 = 60^0$ C.

$t_2 = 77{,}3^0$ C.

$r_2 = 607 - (0{,}708 \times 77{,}3) = 552{,}3$.

$\lambda_1 - t_0 = 606{,}5 + (0{,}305 \times 60) - 77{,}3 = 547{,}5$.

$Q = Dr_2$ (D = dem im zweiten Körper verdampften Wasser)

$= 68{,}5 \times 552{,}3 = 37\,833$ Wärmeeinheiten.

$$F = \frac{37\,833}{22 \times 17{,}3} = 99{,}4 \text{ Quadratmeter.}$$

$D = 68{,}5$ kg kondensierter Dampf.

$$W = \frac{37\,833}{547{,}5} = 69{,}1 \text{ kg verdampftes Wasser.}$$

In diesem Apparate sind also in der Minute $67{,}9 + 68{,}5 + 69{,}1 = 205{,}5$ kg Wasser von einer Heizfläche von $100 + 96{,}34 + 99{,}4 = 295{,}74$ qm verdampft. Oder in der Stunde verdampft ein Quadratmeter Heizfläche 41,7 kg Wasser. Zur Verdampfung der 205,5 kg Wasser wurde 72,1 kg Dampf verbraucht, oder mit 1 kg Heizdampf ist 2,85 kg Wasser verdampft.

Bei den drei Arten der Apparate haben wir daher folgende Verhältnisse:

1 Quadratmeter Heizfläche verdampft im

Einkörperapparate 124 kg Wasser in der Stunde,
Zweikörperapparate 62,5 „ „ „ „ „
Dreikörperapparate 41,7 „ „ „ „ „

1 kg Heizdampf verdampft im

Einkörperapparate . . . . . 0,96 kg Wasser,
Zweikörperapparate . . . . . 1,90 „ „
Dreikörperapparate . . . . . 2,85 „ „

In gleicher Weise kann man auch die Zahlen für Vier-, Fünf- und Mehr-Körper-Apparate berechnen; dieselben sind*):

	1 qm Heizfläche verdampft in der Stunde	1 kg Heizdampf verdampft
im Vierkörperapparate	30,8 kg Wasser	3,79 kg Wasser
im Fünfkörperapparate	24,6 „ „	4,72 „ „

Übertragen wir diese Zahlen auf den Fabrikbetrieb, um zu ermitteln, eine wie große Heizfläche den Verdampfapparaten zu geben ist und wie viel Dampf bei einer Verarbeitung von 1000 metr Rüben zum Verdampfen des Dünnsaftes erforderlich ist, wobei angenommen wird, daß der Dünnsaft mit einer mittleren Temperatur von 75° C. zur Verdampfung komme. In der früher (S. 348) aufgestellten Rechnung ist gefunden, daß zur Verwandlung des Dünnsaftes in Dicksaft von 50° Bx für 1000 metr Rüben 111 150 kg Wasser zu verdampfen sind. Bei Verteilung dieser Menge auf eine zweiundzwanzigstündige

*) Stammer, Zuckerfabrikation, S. 818

wirkliche Arbeitszeit ist daher in der Stunde 5052 kg Wasser zu verdampfen. Hierzu ist an Heizfläche erforderlich beim

Einkörperapparate	40,8 qm
Zweikörperapparate	80,8 „
Dreikörperapparate	121,1 „
Vierkörperapparate	164,0 „
Fünfkörperapparate	205,4 „

Dagegen stellt sich der tägliche Dampfverbrauch beim

Einkörperapparate	115 781 kg
Zweikörperapparate	58 500 „
Dreikörperapparate	39 000 „
Vierkörperapparate	29 327 „
Fünfkörperapparate	23 548 „

Oder der Steinkohlenverbrauch, wenn man annimmt, daß ein Gewichtsteil Kohle seine sechsfache Menge Dampf erzeugt, beim

Einkörperapparate	192,97 metr
Zweikörperapparate	97,50 „
Dreikörperapparate	65,00 „
Vierkörperapparate	48,88 „
Fünfkörperapparate	39,25 „

Die letzteren Zahlen sind so in die Augen springend, daß wohl kein Zweifel über den Vorteil der Mehrkörperapparate obwalten kann. Wenn die Zahlen auch nicht auf absolute Richtigkeit im praktischen Betriebe Anspruch machen können, da bei allen Apparaten Wärmeverluste sich geltend machen, die in die Rechnung nicht eingeführt werden konnten, so können sie immer als Vergleichszahlen gelten. Ferner ist bei der Berechnung der Größe der Heizfläche die theoretisch mögliche Ausnutzbarkeit derselben, welche nur unter günstigsten Bedingungen erreicht werden kann, angenommen worden. Gewöhnlich rechnet man beim Zweikörperapparate auf eine Verdampfung von 30 kg Wasser und beim Dreikörperapparate auf 20 kg auf ein Quadratmeter Heizfläche und Stunde.

Diese geringe Verdampfungsfähigkeit ist in den meisten Fällen auf eine ungenügende Leistung der Kondensation und der Luftpumpe zurückzuführen, durch welche es unmöglich wird, den Siedepunkt des Saftes im letzten Verdampfkörper auf die Temperatur von 60° C. herabzubringen.

In sehr vielen Zweikörperapparaten liegt der Siedepunkt im ersten Körper bei 97° C., im zweiten Körper bei 76° C.

Der erste Körper verbraucht bei einer Heizfläche von 100 qm, wenn der Saft mit 75° C. eintritt und wenn der Wärmekoefficient wie oben angenommen wird, in der Minute 62,3 kg Dampf von 112° C. und verdampft 58,8 kg Wasser. Die Heizfläche des zweiten Körpers muß, um diesen Dampf zu verdichten, 68,5 qm groß sein und verdampft dann 50,3 kg Wasser pro Minute. Der ganze Apparat muß daher 168,5 qm Heizfläche haben und verdampft in der Stunde und auf ein Quadratmeter 38,9 kg Wasser und 1 kg Dampf verdampft 1,75 kg Wasser.

Oder zur Erfüllung obiger Leistung muß der Verdampfapparat zwei Körper von zusammen 130 qm Heizfläche haben, welche 63514 kg Dampf erfordern, der mit einem Aufwande von 105,85 metr Steinkohlen zu beschaffen ist. Dies ergiebt zu Gunsten eines normal funktionierenden Apparates mit einem Siedepunkte von 60° C. im zweiten Körper eine Differenz von 49,2 qm Heizfläche und täglich 5014 kg Dampf oder 8,35 metr Kohlen. Oder, was dasselbe ist: bei guter Kondensation und kräftig wirkender Luftpumpe ist ein Apparat genügend, um etwa ein Drittel Saft mehr zu verdampfen als vorher, und die Verdampfungskosten steigern sich in viel geringerem Grade als die Leistungsfähigkeit.

Wie weit man mit der Wiederbenutzung des Brüdens zu gehen hat, um noch eine Rentabilität zu erzielen, hängt aber nicht allein von diesen theoretischen Erörterungen ab. Nach obigem Beispiele würde man zur Verdampfung des Saftes von 10 000 metr Rüben verbrauchen:

		Ersparnis:	
im Einkörperapparate	1 929,7 metr Kohlen		
„ Zweikörperapparate	975,0 „ „	954,7 metr = 9,547 %	der Rüben
„ Dreikörperapparate	650,0 „ „	325,0 „ = 3,250 %	„ „
„ Vierkörperapparate	488,8 „ „	161,2 „ = 1,612 %	„ „
„ Fünfkörperapparate	392,5 „ „	96,3 „ = 0,963 %	„ „

Man sieht, daß die Ersparnis für jeden hinzukommenden Apparat immer geringer wird; man wird daher bei jeder Neu-Anlage zu berechnen haben, ob nicht der Gewinn, welchen ein Vielkörperapparat bringen soll, durch Amortisation, Verzinsung und Reparaturen bei der teureren Anlage ausgeglichen wird. Wo die Kohlen sehr billig sind,

werden in der Regel wohl die einfacheren Anlagen den teuren Vielkörperapparaten vorzuziehen sein.

5. Zweikörperapparat.

Stehende Form (System Robert).

In Fig. 149 ist ein Zweikörperapparat zur Hälfte im Durchschnitte, zur Hälfte in äußerer Ansicht, in Fig. 150 in oberer Ansicht dargestellt.

A ist der Dünnsaftkörper, *B* der Dicksaftkörper. Beide haben im wesentlichen gleiche Einrichtung. Sie sind durch zwei horizontal liegende Böden *a b* in einen unteren, einen mittleren und einen oberen Raum geteilt. Durch die beiden Böden geht zunächst das mittlere, etwa 30 cm weite Rohr *c*, außerdem sind 250 bis 300 55 mm weite, oben und unten offene Röhren *d d* in die beiden Böden dicht schließend eingesetzt, so daß der untere und obere Teil des Apparates frei miteinander in Verbindung stehen. Sie bilden den Saftraum, während der mittlere der Heizraum ist. In diesen tritt durch das Ventil 1 der Retourdampf der Maschine; sollte dieser nicht ausreichend sein, so kann man durch das Ventil 2 direkten, vom Kessel kommenden Dampf zulassen. Obgleich während der Verdampfung nur der Dünnsaftkörper mit frischem Dampfe geheizt wird, so hat doch auch der Dicksaftkörper beide Dampfzuleitungen, um unter Umständen mit letzterem, unabhängig vom Dünnsaftkörper, allein arbeiten zu können. Der Dampf umspült im Heizraume die sämtlichen mit Saft gefüllten Röhren und wirkt daher auf eine sehr große Heizfläche.

Die Füllung mit Dünnsaft erfolgt durch das Doppelventil 3, in welches das vom Dünnsaftreservoire kommende Rohr einmündet. Von diesem Doppelventile zweigen sich die beiden Röhren *e e'* ab, von denen *e* den Saft in den Dünnsaftkörper, *e'* in den Dicksaftkörper leitet. Während des Verdampfens bleibt *e'* verschlossen. Beide Röhren treten in die beiden Verdampfkörper ein, gehen durch das zweite zentrale Rohr *c* hindurch, gabeln sich im unteren Raume, dicht über dem Boden und lassen den Saft durch die beiden, etwas aufwärts gekrümmten Röhren *f f* ausfließen.

Den Stand des Saftes erkennt man an den drei übereinander befindlichen Glasaugen *g*. Vor dem an der entgegengesetzten Seite

Fig. 149.

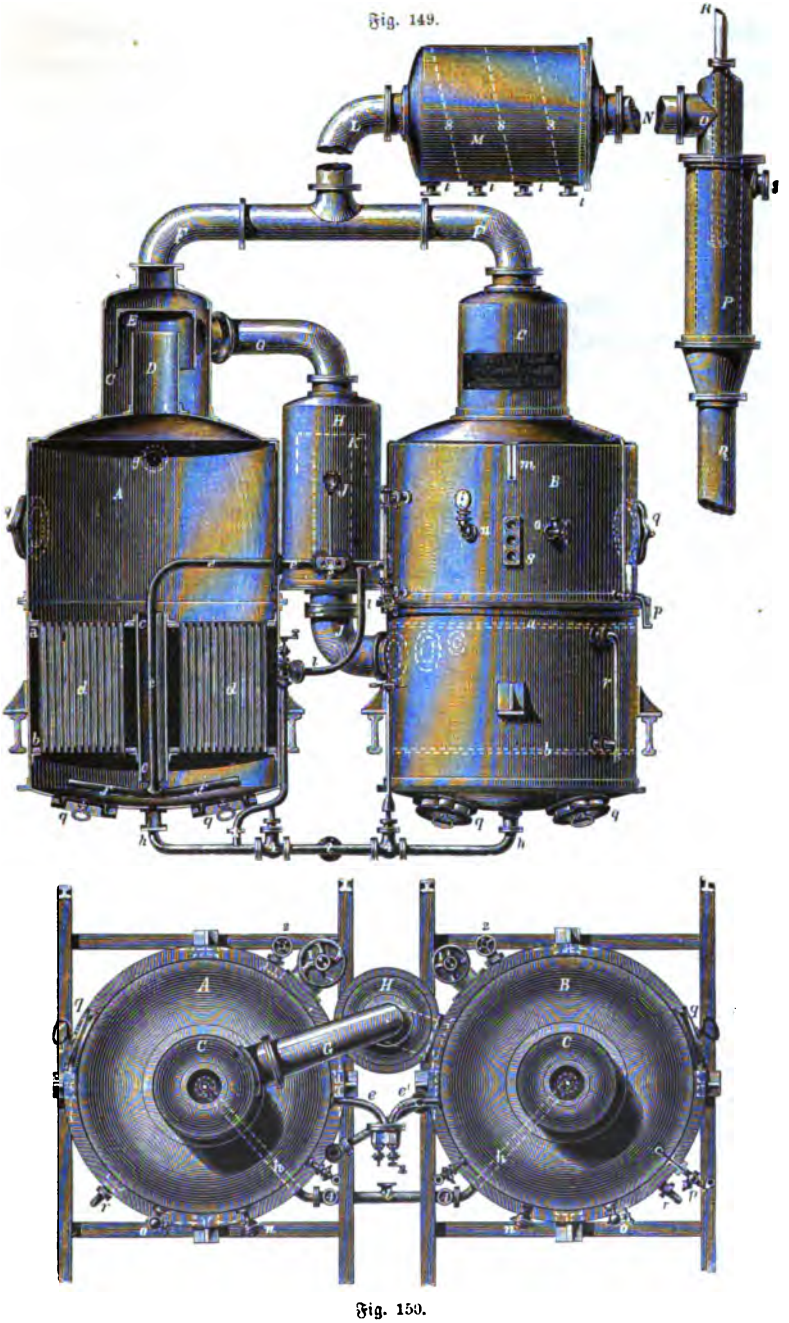


Fig. 150.
Stehender Zweikörperapparat.

liegenden Glasauge g' ist eine Gasflamme oder Lampe angebracht, die das Innere des Apparates erhellt, so daß man die darin stattfindenden Vorgänge beobachten kann. Der Apparat soll nicht weiter gefüllt werden, als daß vor dem Beginnen des Kochens das untere Auge gerade vom Safte bedeckt erscheint, um einen genügend großen Dampfraum über der Flüssigkeit zu lassen. Bei dem starken Aufwallen des kochenden Saftes würde, wenn der Dampfraum kleiner wäre, ein Übersteigen nicht zu vermeiden sein.

An der tiefsten Stelle des Bodens beider Körper sind die beiden Röhren h eingesetzt, welche sich in einem an den Flantsch i angeschraubten Rohre vereinen. Sie dienen zum Ablassen und Entleeren des Saftes. Jede der beiden Röhren ist durch ein Ventil 4 absperrbar, so daß man aus dem Dicksaftkörper Saft abziehen kann, ohne den Saftstand im Dünnsaftkörper zu vermindern.

Auf das vom Dünnsaftkörper kommende Rohr h ist das Rohr k gesetzt, welches das Ventil 5 trägt und durch ein weiteres Rohr l mit dem Rohre e' in Verbindung steht. Durch dieses Rohr erfolgt der Übertritt des Saftes aus dem Dünnsaft- in den Dicksaftkörper auf später zu beschreibende Weise.

Von den übrigen an den Körpern befindlichen Teilen ist m ein Thermometer, dessen Quecksilbergefäß in den Dampfraum reicht; n ein Federbarometer, Vakuummeter, zur Beurteilung des im Innern herrschenden Druckes; o ein kleiner mit Hahn verschließbarer Trichter, Butterhahn, durch welchen bei allzu stürmischem Aufwallen etwas geschmolzenes Fett eingelassen wird; p ein Probenehmer, durch welchen eine Saftprobe aus dem Apparate genommen werden kann, um den Grad der Verdampfung festzustellen; q sind Mannlöcher, von denen sich je drei im Boden und eines oben an jedem Körper befindet, sie dienen bei Reparaturen und bei der Reinigung zum Einsteigen.

Auf der oberen Wölbung erhebt sich der Dom C. In diesem befindet sich zunächst der weite offene Rohrstutzen D, der von einer Kappe E überspannt wird. Die aus dem Stutzen D hervorströmenden Dämpfe werden hier von dem größeren Teile des in die Höhe spritzenden Saftes befreit. Dieser stößt gegen die Decke der Kappe E, fließt an deren Wandung herab und läuft durch Öffnungen, welche sich zwischen dem Rohrstutzen D und der inneren Wandung des Domes C befinden, in den Apparat zurück.

Aus dem Dünnsaftkörper kann der Dampf auf zwei verschiedene Weisen weiter geführt werden. Entweder durch das Rohr *F* direkt in den Kondensator, oder durch das Rohr *G* in den Heizraum des Dicksaftkörpers. Ersteres geschieht nur, wenn der Dicksaftkörper wegen einer Reparatur, oder aus sonst irgend welchem Grunde, kalt gelegt werden muß, im normalen Betriebe ist in den, dem Dünnsaftkörper zunächst befindlichen Flantsch dieses Rohres eine mit Kautschukringen gedichtete Scheibe gelegt, welche die Verbindung des auf dem Dünnsaftkörper befindlichen Teils des Rohres *F* mit dem Kondensator unterbricht.

Das Rohr *G* leitet den Dampf in den Übersteiger *H*, ein cylindrisches Gefäß, dessen Durchmesser mindestens dreimal so groß als der des Rohres *G* genommen werden sollte, um hier dem Dampfe eine geringere Geschwindigkeit zu geben und dadurch die Abscheidung der in feinen Nebeln noch im Dampfe enthaltenen Saftmassen zu begünstigen. In dem Übersteiger befindet sich das mit der Klappe *K* überspannte Ableitungsrohr *J*. Es muß daher der Dampf, welcher von *G* kommt, seinen Weg um die Kappe herum nehmen, ehe er durch *J* entweichen kann. Die auf die Oberfläche der Kappe aufprallenden Saftteilchen fließen an deren äußeren Wandung herab, sammeln sich in dem Raume, welcher zwischen der Innenwand des Übersteigers und der Außenwand des Rohres *J* liegt, und werden, sobald eine gewisse Menge von Saft sich hier angesammelt hat, was man an dem an der vorderen Seite des Übersteigers angebrachten Flüssigkeitszeiger erkennt, durch ein am Boden befindliches und mit einem Ventile verschließbares Rohr in den Saftraum des Dicksaftkörpers gelassen.

So, möglichst vom Safte befreit, tritt der Dampf des Dünnsaftkörpers in den Heizraum des Dicksaftkörpers. Hier zirkuliert er zwischen dem Röhrensysteme, welches im Dicksaftkörper genau auf dieselbe Weise eingerichtet ist, wie im Dünnsaftkörper, und wird dabei zum Teile als Brüdenwasser kondensiert. Der hier nicht verdichtete Dampf und das Brüdenwasser werden durch das Rohr *r* in einen Wasserscheider geführt, von welchem das Brüdenwasser mit einer Pumpe abgezogen wird, während der nicht verdichtete Dampf zum Kondensator geht. Auf gleiche Weise ist der Heizraum des ersten Körpers mit einem Wasserscheider verbunden. Findet im Heizraume des Dicksaftkörpers die Verdichtung des Dampfes rascher statt, als neuer Dampf

sich bildet, oder wird der einströmende Dampf vom Kondensator um etwas rascher fortgesogen, als neuer Dampf nachströmt, so wird der Druck im Dampfraume des Dünnsaftkörpers verringert und infolgedessen auch der Siedepunkt des Dünnsaftes erniedrigt. Es kann jedoch nicht lohnen, wenn man den Dampf mit zu großer Geschwindigkeit aus dem Heizraume des Dicksaftkörpers fortnimmt, weil dann die Zeit der Berührung mit den Heizröhren eine zu kurze sein würde, als daß der Dampf seine Wärme an den Dicksaft abgeben könnte, ferner weil, wenn der Siedepunkt im Dünnsaftkörper zu sehr erniedrigt wird, der Dampf nicht genügende Wärme haben würde, um den Dicksaft zu verdampfen, und endlich, weil durch zu rasches Absaugen eine Ausdehnung des Dampfes erfolgen würde, die selbst Wärme verbraucht.

In Beziehung auf die Abführung des Dampfes aus dem Heizraume des Dicksaftkörpers muß immer ein bestimmtes Maß gehalten werden. Es würde widersinnig sein, wenn man den Dampf aus dem Heizraume rascher als aus dem Dampfraume des Dicksaftkörpers fortnähme, man würde dann im Dampfraume des Dünnsaftkörpers geringere Temperatur und geringeren Druck haben als im Dampfraume des Dicksaftkörpers, in ersterem würde die Verdampfung allzu stürmisch, in letzterem viel zu langsam erfolgen. Vakuummeter und Thermometer geben in dieser Beziehung den besten Anhalt. Das Vakuummeter muß stets im Dünnsaftkörper einen höheren Druck oder wie man sich als Zuckerfabrikant ausdrückt, eine geringere Luftleere und das Thermometer eine höhere Temperatur zeigen als im Dicksaftkörper.

Selbstverständlich muß aber die Entfernung des Dampfes aus dem Heizraume des Dicksaftkörpers mit solcher Geschwindigkeit erfolgen, daß hier kein höherer Druck eintritt, man würde sonst im Dünnsaftkörper die Verdampfung verlangsamen und im Dicksaftkörper sie allzu sehr steigern.

Anderseits soll die Abführung des Kondensationswassers rasch und ununterbrochen in dem Maße erfolgen, wie es gebildet wird. Das Kondensationswasser hat dieselbe Temperatur wie der siedende Saft, kann daher keine Wärme an den Saft des Verdampfkörpers, in dessen Heizraume es entstanden ist, abgeben. Nehmen wir z. B. den Abstand der beiden den Heizraum nach oben und unten begrenzenden Flächen zu 1,5 m und denken wir uns im Heizraume eine Schicht von Kondensationswasser von 50 cm Höhe, so würde

dieses den gleichen Erfolg haben, wie wenn die ganze Heizfläche um ein Drittel verkleinert würde. Beim ersten Körper läßt man, um das Kondenswasser zu entfernen, von der unteren Fläche des Heizkörpers ein Rohr abzweigen, welches direkt zum allgemeinen Retourdampfsammler führt. Das Rohr tritt durch ein Retourventil in den Dampfsammler ein, wodurch ein Zurücktreten von Dampf oder Wasser durch das Ableitungsrohr verhindert wird und es sondert sich hier das Wasser ab, welches durch eine Pumpe abgesogen wird. Durch diese Anordnung wird zugleich der Dampfdruck im Heizraume konstant erhalten. Auf ähnliche Weise wird das aus dem Saftdampfe des ersten Körpers im Heizraume des zweiten Körpers verdichtete Brüdenwasser in einen Brüdenwasserfänger abgeleitet. Der Brüdenwasserfänger ist meist ein cylindrisches Gefäß, welches an seinem oberen Teile ein Einlaßventil für den Eintritt des Brüdenwassers hat und außerdem mit einem Luftventile versehen ist, durch welches Luft und nicht verdichtbare Gase, sowie der nicht verdichtete Dampf abgeleitet und der Kondensation, oder bei einem Dreikörperapparate dem Heizraume des dritten Körpers zugeführt werden; am Boden mündet das Saugrohr der Brüdenwasserpumpe, welche das sich ansammelnde Wasser fortschafft. Das Einlaßventil für das kondensierte Brüdenwasser ist durch eine Röhre mit dem tiefsten Punkte des Heizraumes des zweiten Körpers, oder bei liegenden Verdampfapparaten mit der hinteren Dampfkammer verbunden. Das Ventil hat nicht nur den Zweck, jene Flüssigkeiten durchzulassen, sondern auch zugleich den Druck des Heizdampfes im zweiten Körper zu regeln. Schließt man das Einlaßventil zu stark, so staut sich das kondensierte Wasser im Heizraume des zweiten Körpers und bringt den oben erwähnten Übelstand hervor. Öffnet man dasselbe zu stark, so wird zuviel nicht verdichteter Dampf mitgerissen, die Spannung im Heizsysteme wird dadurch sehr verringert.

Brüdenwasserfänger von Jelinek. Um der beständigen Überwachung des Einlaßventils überhoben zu sein, ist dem Brüdenwasserfänger von Jelinek die in Fig. 151 dargestellte Form gegeben worden. In derselben ist *A* das Retourventil für das zuströmende Brüdenkondensationswasser. *D* Scheidewand, welche nicht bis zum Boden des Gefäßes reicht und zwei Kammern *B* und *C* bildet, die miteinander in Verbindung stehen, jedoch durch das Brüdenwasser so abgeschlossen und von einander abgetrennt sind, daß die Brüdenheiz-

dämpfe im Raume *B* sich nicht mit den Gasen und unvollkommen kondensierten Brüdendämpfen in *C* mischen können. *E* Schwimmerkugel, welche das Ventil *F* regelt, um das verdichtete Wasser auf der Höhe *G* zu erhalten. Das Ventil *F* führt zur Brüdenwasserpumpe. *H* ist ein belastetes Ventil, welches sich hebt, wenn der Druck im Heizsysteme des zweiten Körpers zu weit steigen sollte. Dies geschieht, wenn sich im Raume *C* Luft oder Gase ansammeln. *J* Eckventil, welches die Kammer *B* mit dem oberen Teile des Heizraumes, oder bei liegenden Apparaten mit dem vorderen Dampfraume des zweiten Körpers, in Verbindung setzt und den gleichmäßigen Dampfdruck im ganzen Heizsysteme regelt. Die Anordnung dieses Ventils ist namentlich bei liegenden Apparaten von großer Bedeutung. *K* Wasserstandglas, welches den richtigen Abzug des Wassers durch die Brüdenwasserpumpe anzeigt. Durch das Ventil *H* werden die nicht verdichteten Dämpfe und Gase beim Zweikörperapparate dem Kondensator zugeführt, beim Dreikörperapparate treten sie in den Heizraum des dritten Körpers

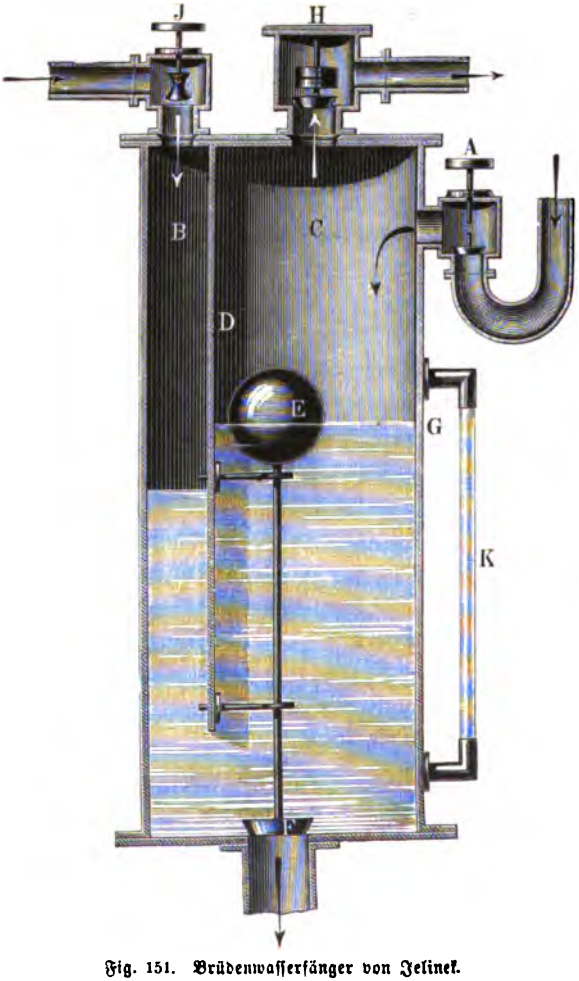


Fig. 151. Brüdenwasserfänger von Jelinek.

über, um ihre Wärme auszunutzen, während die hier nicht verdichtbaren Gase dann durch einen weiteren Brüdenwasserfänger gehen und von diesem erst in den Kondensator geleitet werden.

Hodek's Saftfänger. Die Saftdämpfe des Dicksaftkörpers steigen aus dem ebenso wie im Dünnsaftkörper eingerichteten Dome *C* (Figur 149), durch das Rohr *F* und *L* in den Hodek'schen Saftfänger *M*. Dieser unterscheidet sich von dem Übersteiger *H* dadurch, daß sein Querschnitt ein weit größerer ist. Der Querschnitt des Saftfängers beträgt etwa das Zwanzigfache von dem des Zuleitungsrohres, wodurch also die Geschwindigkeit des Dampfstromes um das Zwanzigfache verringert wird. Außerdem sind in dem Saftfänger drei gelochte Platten *sss* in etwas geneigter Richtung eingesetzt, wodurch der Innenraum in vier Räume

Fig. 152.
Hodek's Saftfänger Querdurchschnitt.

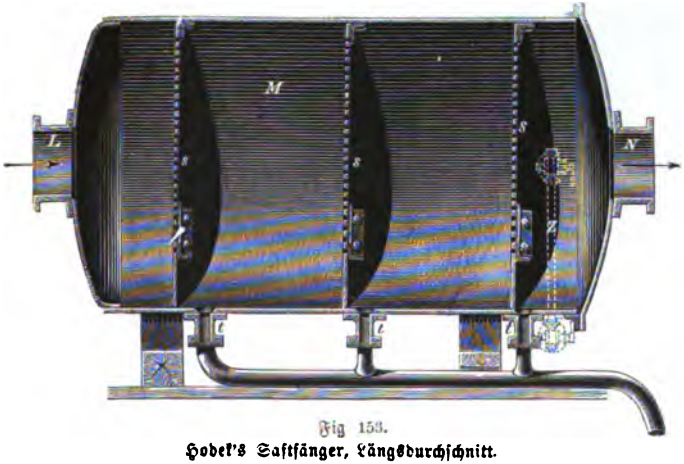


Fig 153.
Hodek's Saftfänger, Längsdurchschnitt.

geteilt wird. Die Summe der Querschnitte der Öffnungen jeder einzelnen Platte ist dabei so groß, wie der Querschnitt des Zuströmungsrohres. Durch diese Anordnung wird die Bewegungsgeschwindigkeit des Dampfstromes im Innern des Saftfängers eine sehr verschiedene sein.

Sie wird sich beim Austritte aus dem Rohre *L* in der ersten Abteilung verlangsamen, die mitgerissenen Saftteile fallen zum Teile nieder, das noch im Dampfe Verteilte prallt gegen die erste Scheidewand, wodurch ein neuer Niederschlag erfolgt: beim Durchtritte durch die Öffnungen der ersten Platte nimmt der Dampf auf einen Augenblick seine frühere Geschwindigkeit wieder an, um gleich darauf in der zweiten Abteilung wieder langsamere Bewegung anzunehmen und dort einen Niederschlag zu bilden. Dasselbe wiederholt sich in der dritten und vierten Abteilung, bis endlich der Dampf, von Saft befreit, durch das Rohr *N* seinen weiteren Weg nimmt. Die aus dem Dampfe niedergeschlagenen Saftteile werden aus jeder Abteilung durch die Rohrstutzen *tttt* in ein gemeinsames Rohr geleitet, durch welches sie in den Dicksaftkörper zurückfließen.

Fig. 154.
Hodek's Saftfänger, stehende Form.

Deutlicher wird die Einrichtung des Hodek'schen Saftfängers aus Figur 152 u. 153, von denen die erstere ihn im Querschnitte, die zweite im Längenschnitte darstellt. Dieselben Buchstaben bedeuten hier die gleichen Teile wie oben. Statt der liegenden Form verwendet man häufig den Saftfänger stehend, derselbe erhält dann die in Fig. 154 dargestellte Einrichtung. Das Eintrittsrohr *L* ist hier mit einer Kappe überspannt, um den Dampf schon in der ersten Abteilung möglichst gleichmäßig zu verteilen. *Z* ist ein Flüssigkeitsstandrohr, welches bei geschlossener Ableitung die Menge des niedergeschlagenen Saftes beurteilen läßt*).

Vakuummeter. Es ist oben S. 378 die Notwendigkeit der regelmäßigen Beobachtung des in den einzelnen Teilen des Verdampfapparates herrschenden Dampfdruckes betont worden. Zu diesem Zwecke bediente man sich früher allgemein der Federvakuummeter, die den Grad

*) Ein derartiges Standrohr bringt man heute wohl kaum noch an, weil der in demselben stehende Saft leicht verdirbt und dann im stande ist, auch den in den Apparaten befindlichen Saft zu schädigen.

der Luftverdünnung, die Luftleere, an einem Zifferblatte ablesen lassen. Diese Apparate, welche sich auch jetzt noch vielfach finden, haben jedoch den Übelstand, daß sie durch in das Gehäuse eindringenden Saft verunreinigt und auf andere Weise beschädigt werden können und dann keine richtigen Angaben machen, wobei man äußerlich nicht wahrnehmen kann, ob der Apparat noch seine Schuldigkeit thut oder nicht. Der hieraus hervorgehenden Unsicherheit ist man völlig durch Anwendung des durch Dr. P. Brumme in die Zuckerfabrikation eingeführten Quecksilbervakuummeters, Fig. 155, überhoben. Dasselbe ist wesentlich ein umgekehrtes Barometer, dessen weites Glasrohr an einer eisernen Schiene, mit daran angebrachter, in Centimer geteilter Skala befestigt ist. Das beiderseitig offene Glasrohr taucht mit seinem unteren, etwas gebogenen Ende in den mit Quecksilber gefüllten Glasnapf *B*, der auf einer kleinen Konsole steht. Letztere gleitet auf dem unteren Teile der Schiene und ist durch eine Schraube zu senken oder nach Bedarf zu heben. Das obere Ende des Glasrohres steht durch einen dickwandigen, mit Drahtspirale eingelegten Kautschukschlauch, mit einem in den Hals *d* der unverrückbar auf einer zweiten Konsole stehenden Flasche *A* eingesetzten Röhrenstöpsel in Verbindung. Der zweite Hals *c* derselben Flasche trägt ein Hahnrohr und ist durch den ebenfalls mit einer Drahtspirale versehenen Kautschukschlauch *D* mit dem Raume des Verdampfapparates, dessen Beobachtung beabsichtigt ist, verbunden. Die Anordnung dieser Flasche bezweckt die Fernhaltung von aus dem Dampfe verdichtetem Wasser von dem Barometerrohre, zugleich dient sie aber auch zur Erkennung von vorgekommenen Ungehörigkeiten z. B. einem Überkochen des Saftes, indem sie sich mit Saft füllt, sobald dieser in das Brüdenrohr, mit welchem der Apparat verbunden ist, übergestiegen ist. Ist dieses vorgekommen, so wird der Hahn *c* geschlossen, dagegen der Lufthahn *b* und der Ablaßhahn *a* geöffnet, um die Flasche von dem Safte zu entleeren.

Um das Vakuummeter in Betrieb zu setzen, wird der Hahn *c* geschlossen, der Lufthahn *b* geöffnet und dem Quecksilbernapfe *B* mittels der Schraube *S* eine solche Stellung gegeben, daß der Spiegel des Quecksilbers in eine Linie mit dem Nullpunkte der Skala fällt. Der Nullpunkt entspricht dann dem augenblicklichen Drucke der äußeren Luft. Derselbe möge z. B. nach der Angabe eines Barometers 753 mm betragen. Für genaue Beobachtungen ist die Einstellung des Nullpunktes

täglich vorzunehmen. Ist dies geschehen, so wird der Lufthahn *b* geschlossen, dagegen *c* geöffnet. Der in dem betreffenden Teile des Apparates herrschende Minderdruck giebt sich sofort an dem Steigen des Quecksilbers in dem Glasrohre zu erkennen. Steigt das Quecksilber im Glasrohre z. B. bis zum Teilstriche 60 der Skala, so ersieht man daraus, daß der im Apparate vorhandene Druck um 600 mm geringer ist, als der der Atmosphäre; und da der Atmosphärendruck, wie oben angenommen, 753 mm beträgt, so ist die im Apparate herrschende Dampfspannung gleich 753 weniger 600 oder gleich 153 mm.

Fig. 155. Quecksilber-Vakuummeter.

Kondensator und Luftpumpe: Dem Kondensator fällt die Aufgabe zu, die im letzten Körper des Verdampfapparates gebildeten Dämpfe in dem Maße, wie sie entstehen, zu verdichten, während die Luftpumpe alle Luft, welche durch die nie im strengsten Sinne des Wortes dicht schließenden Fugen eindringt, und welche außerdem in dem kalten Kondensationswasser gelöst ist, beim Warmwerden desselben aber, nebst den übrigen im Wasser enthaltenen Gasen, daraus frei wird, zu entfernen hat.

In unserer Zeichnung Fig. 149 tritt der Dampf aus dem Saftfänger durch das Rohr *N* in das vertikale Rohr *O* ein, welches luftdicht schließend in der weiteren Hülse *P* steckt und in der durch die punktierte Linie angedeuteten Länge in diese hineinragt. An dem unteren Teile der Hülse ist das Fallrohr *Q* angesetzt, welches eine Länge von 10,33 m haben muß und mit seinem unteren Ende in einen Brunnen oder in ein mit Wasser gefüllt gehaltenes Gefäß taucht. Bei dieser Länge des Fallrohrs wird selbst bei vollständiger Luftleere niemals ein Zurücktreten des Kondensationswassers in den Apparat möglich sein, da eine Wassersäule von 10,33 m Höhe dem Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht hält. Denken wir uns das Rohr *Q* von seiner Ansatzstelle bis zu dem Spiegel des Wassers, in welches es eintaucht, 10,33 m lang, so würde,

bei vollständiger Luftleere, das Wasser durch den Atmosphärendruck bis zur Ansatzstelle hinaufgetrieben werden. Alles von oben neu hinzukommende Wasser würde aber einen Teil des im Rohre befindlichen Wassers verdrängen, da die Höhe und damit das Gleichgewicht der im Rohre Q vorhandenen Wassersäule dadurch größer wird, als daß ihm von dem Atmosphärendrucke das Gleichgewicht gehalten werden könnte, infolgedessen wird aber, bei ununterbrochenem Zuflusse von oben, ein ununterbrochener Abfluß unten erfolgen.

Um den Dampf zu verdichten, muß ihm die Wärme, welche ihm Dampfform verleiht, entzogen werden. Dies geschieht dadurch, daß man durch das Rohr R, welches sich in der Achse des Rohres O befindet und im Innern von O mit zahlreichen feinen Löchern durchbohrt ist, kaltes Wasser in den Dampf einspritzt. Indem dieses sich mit dem Dampfe mischt, nimmt es die Dampfwärme auf, schlägt dadurch den Dampf zu tropfbar flüssigem Wasser nieder und beseitigt so auf wirksamste Weise den von dem Dampfe ausgeübten Druck.

Der innere Raum des Kondensators steht mit dem über dem Safte befindlichen Dampfraume des letzten Körpers des Verdampfapparates in Verbindung. In beiden herrscht daher gleiche Dampfspannung und alle Ursachen, welche die Dampfspannung in einem dieser Räume verändern, wirken auf beide Räume zurück. Nehmen wir den Siedepunkt des Saftes im letzten Verdampfkörper zu 60° C., so entspricht dies einer Dampfspannung von 149 mm, oder einem Stande des Vakuummeters von 611 mm. Dieser Druck muß im Verdampfkörper und im Kondensator dauernd erhalten werden, wenn der Siedepunkt des Saftes gleich bleiben soll. Steigt z. B., infolge von ungenügender Wassereinspritzung, der Dampfdruck im Kondensator auf 233 mm, oder zeigt das Vakuummeter dort einen Stand von 527 mm, so wird der Saft im letzten Körper nicht mehr bei 60°, sondern bei 70° C. sieden. Oder geht der Dampfdruck im Kondensator auf 92 mm zurück, was einem Stande des Vakuummeters von 668 mm entspricht, so wird der Saft im letzten Körper wiederum nicht mehr bei 60° C., sondern bei 50° C. sieden. Da nun die Spannung des Dampfes einer jeden Flüssigkeit von der Temperatur derselben bedingt ist, und da jede Flüssigkeit, bei jeder Temperatur, Dampf von einer dieser Temperatur entsprechenden Spannung liefert, so kann die beabsichtigte Spannung von 149 mm, oder ein Stand des Vakuum-

meters von 611 mm, auch nur erhalten werden, wenn die Menge des eingespritzten Wassers so geregelt wird, daß der vorhandene Dampf in Wasser von 60 ° C. verwandelt wird. Nimmt das Gemisch von Dampfwasser und eingespritztem Wasser eine Temperatur von 70 ° C. an, so liefert dasselbe Dampf von 233 mm Spannung, der Siedepunkt des Saftes muß infolgedessen auf 70 ° C. steigen. Beträgt aber die Temperatur des Gemisches vom Dampfwasser und eingespritzten Wasser 50 ° C., so ist dessen Dampfspannung 92 mm, und diese wirkt auf den letzten Körper des Verdampfapparates zurück und erniedrigt den Siedepunkt des Saftes auf 50 ° C. Bei einem richtig wirkenden Kondensator sollte daher die Temperatur des Abflußwassers der Temperatur des im letzten Verdampfkörper siedenden Saftes gleich sein.

1 kg Dampf von 60 ° C. enthält im ganzen 625 Wärmeeinheiten, davon 565 Wärmeeinheiten als Dampfwärme. Letztere müssen ihm durch Einspritzwasser entzogen werden, um ihn in 1 kg Wasser von 60 ° C. zu verwandeln. Das Einspritzwasser möge eine Temperatur von 10 ° C. haben. Jedes Kilogramm kann dann 50 Wärmeeinheiten aufnehmen, um bis zu 60 ° C. erwärmt zu werden, oder zur Verdichtung von 1 kg Dampf werden $\frac{565}{50}$ oder 11,3 kg Einspritzwasser notwendig sein.

Thatsächlich kommt man mit dieser Wassermenge bei dieser Art der Kondensation, die in früheren Zeiten allein und allgemein gebräuchlich war, niemals aus. Die Angaben über die zur Kondensation erforderlichen Wassermengen bewegen sich innerhalb des zwanzig- bis vierzigfachen der Dampfmenge; die Temperatur des Abflußwassers wird zu 35—40—50 ° C. angegeben. Dieser weite Abstand der erforderlichen und verbrauchten Wassermengen von den theoretisch richtigen und der beobachteten Temperaturen des Abflußwassers ist auf die mangelhafte Wirkung der Kondensationsapparate zurückzuführen. Zeigt z. B. das Abflußwasser 40 ° Wärme, während der Saft bei 60 ° C. siedet, so ist dies nur auf ein allzu rasches Strömen des Wassers im Kondensator und unvollkommene Berührung der Wasserstrahlen mit dem Dampfe zurückzuführen. Denkt man sich jeden Wasserstrahl als einen flüssigen cylindrischen Körper, so wird, beim Einströmen in den heißen Dampf, zunächst die äußere Hülle des Cylinders

die Temperatur des Dampfes annehmen, während der innere Kern des Cylinders eine viel geringere Wärme haben kann. Wird dann durch die große Fallgeschwindigkeit der Wasserstrahl der weiteren Berührung mit dem Dampfe entzogen und fließt dabei die Hülle des Cylinders mit dem inneren Kerne zusammen, so wird die Temperatur beider sich ausgleichen und es wird die mittlere Temperatur als Wärme des Abflußwassers sich geltend machen. Würde dagegen der Temperaturausgleich in Berührung mit dem Dampfe sich vollziehen können, so würde eine weit höhere Ausnutzung des Kondensationswassers stattfinden. Die Frage nach der Größe des Verbrauches an Kondensationswasser ist für den Betrieb von bedeutender Wichtigkeit, denn die Beschaffung der großen Mengen des Wassers ist nicht überall möglich und die Hebung bis zur Höhe des Kondensators verursacht überall sehr ins Gewicht fallende Kosten. Auf in neuester Zeit gemachte Verbesserungen in der Konstruktion der Kondensationsapparate wird unten weiter eingegangen werden.

Die bloße Verdichtung des Dampfes genügt nicht, um im Innern des Verdampfapparates einen konstanten Druck zu erhalten, weil mit dem Kondensationswasser beständig im Wasser gelöste Luft und andere Gase, wie Kohlensäure, in den Apparat eingeführt werden. Die Menge der vom Wasser gelösten Luft ist bedingt durch die Größe des auf dem Wasser lastenden Luftdruckes und von der Temperatur des Wassers. Es wird daher in dem Augenblicke, in welchem das Wasser aus dem Spritzrohre R in den dampferfüllten Raum O einströmt, und wo, infolge der Kondensation des Dampfes, sowohl eine sehr bedeutende Verringerung des Druckes, als auch eine Erhöhung der Temperatur des Wassers eintritt, die gelöste Luft aus dem Wasser entweichen, und sie würde in kurzer Zeit den Innenraum des Dickſaftkörpers so weit erfüllen, daß hier, trotz guter Verdichtung des Dampfes, sehr bald eine erhebliche Spannung sich geltend machen würde. Um diese Luft fortzuschaffen, ist der am oberen Teile der Hülse P befindliche Rohrstutzen S durch eine Röhrenleitung mit einer Luftpumpe verbunden, welche beständig in Thätigkeit erhalten wird und so alle Luft fortsaugt.

Die Luftpumpe ist eine sogenannte doppeltwirkende. Sie besteht aus einem Cylinder, in welchem sich ein Kolben luftdicht schließend bewegt. An den beiden äußersten Enden der Bahn des Kolbens befindet sich je ein Rohransatz, welcher mit dem Zuleitungsrohre in Verbindung

steht, und in jedem der beiden Rohransätze befinden sich zwei Ventile, von denen das eine die Kommunikation mit dem Zuleitungsrohre herstellt, weshalb es als Saugventil bezeichnet sein möge, während das andere, wenn es aus seinem Sitze gehoben ist, den Innenraum des Pumpencylinders mit der Atmosphäre in Verbindung setzt; es möge deshalb als Druckventil bezeichnet werden. Denkt man sich den Pumpencylinder stehend, so wird, wenn der Kolben aufwärts geht, unter dem Kolben ein luftverdünnter Raum entstehen, der Druck der Atmosphäre lastet dann auf der oberen Fläche des unteren Druckventils und preßt es dicht schließend in seinen Sitz, anderseits wirkt aber der in der Zuführungsröhre herrschende Druck auf die untere Fläche des Saugventiles, hebt es dadurch aus seinem Sitze, so daß die in der Zuleitungsröhre und in dem mit dieser verbundenen Kondensator, befindliche Luft in den Cylinder der Pumpe einströmt und diesen erfüllt. Geht nun der Kolben abwärts, so wird die unter ihm befindliche Luft zusammen gedrückt und drückt dadurch auf die obere Fläche des Saugventiles, wodurch dieses abgesperrt wird, gleichzeitig hebt sie aber das Druckventil aus seinem Sitze und entweicht durch die so frei gemachte Öffnung ins Freie.

Da der Pumpencylinder an seinem oberen Teile mit einem gleichen Ventilpaare versehen ist, so wird eine ununterbrochene Wirkung erzielt. Während er sich beim Hinaufgange des Kolbens von unten mit Luft füllt, wird er zugleich die beim vorherigen Niedergehen hier angesogene Luft ausstoßen, und wird beim Niedergehen unten die aufgenommene Luft entfernen, während er sich oben füllt.

Von den verschiedenen Formen der Luftpumpen wird die von der Sangerhäuser Aktienmaschinenfabrik und Eisengießerei, nach dem Patente Burckhardt & Weiß gebaute, besonders gerühmt. Dieselbe ist auf S. 181 beschrieben und in den Figuren 64, 65, 66 und 67 dargestellt und zwar als Luftkompressor. Da jede Luftpumpe einerseits Luft ansaugt, andererseits Luft ausstößt, kann man sie je nach Bedürfnis zur Kompression oder zur Erzeugung eines luftverdünnten Raumes verwenden. Eine nochmalige Beschreibung dieser Maschine erübrigt sich daher.

Bei der beschriebenen Kombination hat die Luftpumpe nur Luft aus dem Apparate zu entfernen, man bezeichnet sie daher, im Gegensatze zu einer anderen Einrichtung, als trockene Luftpumpe. Bei manchen

älteren Anlagen saugt die Pumpe sowohl das Kondensationswasser wie die Luft ab, weshalb sie *nasse Luftpumpe* benannt worden ist. Bei Anwendung der nassen Luftpumpe ist das lange Fallrohr *Q* nicht erforderlich, an seine Stelle tritt die Verbindungsröhre mit der Pumpe (s. auch Fig. 158).

Man kann der nassen Luftpumpe dieselbe Einrichtung geben wie der trockenen. Dies empfiehlt sich jedoch nur dann, wenn man zum Einspritzen ein sehr reines, von schlammigen Teilen und von kohlensauren Erden freies Wasser zur Verfügung hat. Enthält das Wasser, wie es bei allen harten Wässern der Fall ist, kohlensauren Kalk in Kohlensäure gelöst, so entweicht, infolge der Erwärmung und infolge des verminderten Druckes, die den Kalk in Lösung erhaltende Kohlensäure im Kondensator; der dadurch seines Lösungsmittels beraubte Kalk scheidet sich in unlöslicher Form ab und setzt sich namentlich an solchen Stellen, die scharfe Hervorragungen darbieten, in Form einer dichten, festen Kruste mit unebener Oberfläche an. Solche Hervorragungen bilden sich namentlich an den Kanten der Ventilsitze und so kommt es denn, daß die Ventile nach verhältnismäßig kurzer Zeit durch Ablagerungen von Wasserstein undicht werden.

Aus diesem Grunde wendet man bei hartem Kondensationswasser entweder trockene Luftpumpen an, oder wenn man mit nassen Luftpumpen arbeiten will, so giebt man diesen dieselbe Einrichtung wie der Kohlensäurepumpe, welche oben (S. 317) beschrieben ist. Die großen Klappenventile derselben sind nicht leicht durch Ansätze zu verstopfen und geringe, durch den Wasserstein hervorgebrachte Unebenheiten werden durch die elastische Beschaffenheit der dicken Kautschukplatten völlig ausgeglichen.

In älteren Fabriken bürdet man der Luftpumpe zu Unrecht noch andere Arbeiten auf. Wo keine besondere Brüdenpumpe vorhanden ist, deren Beschaffung jedoch nicht unterlassen werden sollte, da das Brüdenwasser nützliche Verwendung bei der Speisung der Dampfkessel findet, wird die (nasse) Luftpumpe auch benutzt, das Brüdenwasser und den unverdichteten Dampf aus dem Heizraum (der Dampfkammer) des Dicksaftkörpers zu entfernen, auch hat sie da, wo der Dicksaft nicht mit einer Pumpe, sondern mit Saftheben abgezogen wird, diesen Saftabzug zu ermöglichen.

Letzterer erfolgt, wie wir oben gesehen haben, durch das am Boden des Dicksaftkörpers (Fig. 149) angebrachte Rohr *h* durch Vermittelung

des Ventiles 4 und der Röhrenleitung *i*. Würde man, während im Apparate Luftleere erhalten wird, das Ventil 4 öffnen, so würde aus diesem kein Saft ausfließen, sondern es würde der Druck der Atmosphäre von hier Luft in den Apparat pressen, bis der im Innern herrschende Druck dem der Atmosphäre das Gleichgewicht hält, erst dann würde Saft aus 4 abfließen können. Damit würde aber die kontinuierliche Arbeit des Verdampfapparates gestört sein. Um nun dem Dicksaftkörper beständig und in beliebigem Maße Saft entnehmen zu können, mündet das Rohr *i* in einen dicht verschlossenen Behälter, in einen Saftheber, der in seinem oberen Teile, durch ein Rohr mit dem Kondensator, oder dem Dampfraume des letzten Körpers, und also durch diesen auch mit der Luftpumpe verbunden ist. Es wird daher in diesem Behälter ein gleicher Druck vorhanden sein wie im Dampfraume des Dicksaftkörpers, es kann also keine Luft durch *i* in den Verdampfapparat gelangen, wohl aber kann unter diesen Umständen der Saft nach Öffnen des Ventils in den Behälter abfließen und zwar in einer Menge, die durch die Stellung des Ventiles 4 genau zu regeln ist.

Verbesserte Formen der Kondensatoren: Nach dem oben S. 388 Gesagten besteht das anzustrebende Ziel bei der Einrichtung der Kondensatoren auf der möglichst vollständigen Übertragung der Wärme des Dampfes auf die gerade zu deren Aufnahme erforderliche Menge von Wasser. Da diese Wärme aber für den Betrieb nicht allein völlig verloren ist, sondern, selbst unter den günstigsten Umständen, noch eine sehr erhebliche Menge von Wasser zu ihrer Aufnahme erfordert, so läßt sich die Kondensation bedeutend erleichtern, wenn man einen Teil der Dampfwärme für andere Zwecke ausnutzt, wodurch nicht allein die Menge des dem eigentlichen Kondensator zur Last fallenden Dampfes verringert, sondern auch in dem gleichen Maße an Heizdampf gespart wird. Eine solche Nutzbarmachung der Dampfwärme läßt sich auf verschiedene Weise erreichen. Man kann z. B. den Kalorisator, in welchem der zur Scheidung gehende Rohsaft angewärmt wird, zwischen dem Dicksaftkörper und dem Kondensator einschalten, wie in einem später folgenden Beispiele gezeigt werden wird. Oder man kann einen Teil der Wärme verwenden, um das kalte Wasser der Diffusionsbatterie anzuwärmen, was ebenfalls durch Einschaltung eines Kalorisators geschehen kann. Es ließe sich ferner unzweifelhaft auch der

Dampf des Dicksaftkörpers zur Heizung der Kalorisatoren der Diffusionsbatterie verwenden. Kurz, es giebt eine Anzahl verschiedener Mittel, durch deren Anwendung ein Teil der Wärme des Dampfes nutzbar gemacht werden kann, und in um so vollkommenerem Maße dieses geschieht, um so weniger Dampf wird schließlich für den eigentlichen Kondensator übrig bleiben.

Der Fehler der alten Kondensatoren bestand in einer ungenügenden und zu kurzen Berührung des heißen Dampfes mit dem kalten Wasser. Diese Fehler lassen sich beseitigen, indem man das kalte Wasser nicht mehr, wie es bis dahin geschah, an derselben Stelle mit dem heißen Dampfe in den Kondensator eintreten läßt, sondern den Dampf von unten aufsteigend dem von oben kommenden Wasser entgegenführt, also das Gegenstromprinzip anwendet, und dabei das Wasser über eine möglichst große, von dem Dampfe bestrichene Fläche verteilt, oder auf sonstige Weise für eine innige Berührung zwischen Dampf und Wasser sorgt. Dieses ist auf verschiedene Weise bei neueren Apparaten, von denen die folgenden erwähnt sein mögen, erreicht.

1. Schwager's Kondensator. Bei dieser Form des Kondensators wird die Verdichtung des Dampfes dadurch herbeigeführt, daß der vom Dicksaftkörper schließlich verbleibende Brüden unten in einen cylindrischen Behälter eintritt, in welchen von Wasser berieselte Flächen, mit denen der Dampf in allseitigste Berührung tritt, eingebaut sind. Diese Flächen werden in zwei verschiedenen Formen, Fig. 156 und 157, hergestellt. In Fig. 156 bestehen sie aus abwechselnd übereinander angeordneten runden Platten *t* und Ringen *s*. Das durch das Rohr *D* zugeführte kalte Wasser fällt auf die oberste Platte *t*, berieselt dieselbe und rinnt über den Rand derselben auf die ringförmig ausgeschnittene Scheibe *s*, welche so angeordnet ist, daß der Rand der obersten Platte gerade über der Mitte des Ringbleches steht. Von der ringförmigen Scheibe fließt das Wasser auf die zweite Platte, von dieser wieder auf die zweite Ringscheibe u. s. f., bis es unten ankommt und in das Fallrohr *F* gelangt. Es entsteht daher eine Reihe von aufeinander folgenden Wasserfällen, durch die der aufsteigende Dampf sich Bahn bricht und dabei in allseitige Berührung mit den gekühlten Flächen kommt.

In Fig. 157 wird die Kühlfläche durch eine große Anzahl von nach Kreissektoren geschnittenen Blechen gebildet, welche in schraubenförmiger Stellung auf einer gemeinsamen Achse aufgezogen sind. Das von *D*

kommende Waſſer fällt auf das oberſte Blech und rieſelt der Schraubenſtellung der Bleche entſprechend bis zum letzten Bleche hinab, um unten von dem Fallrohre F fortgeführt zu werden.

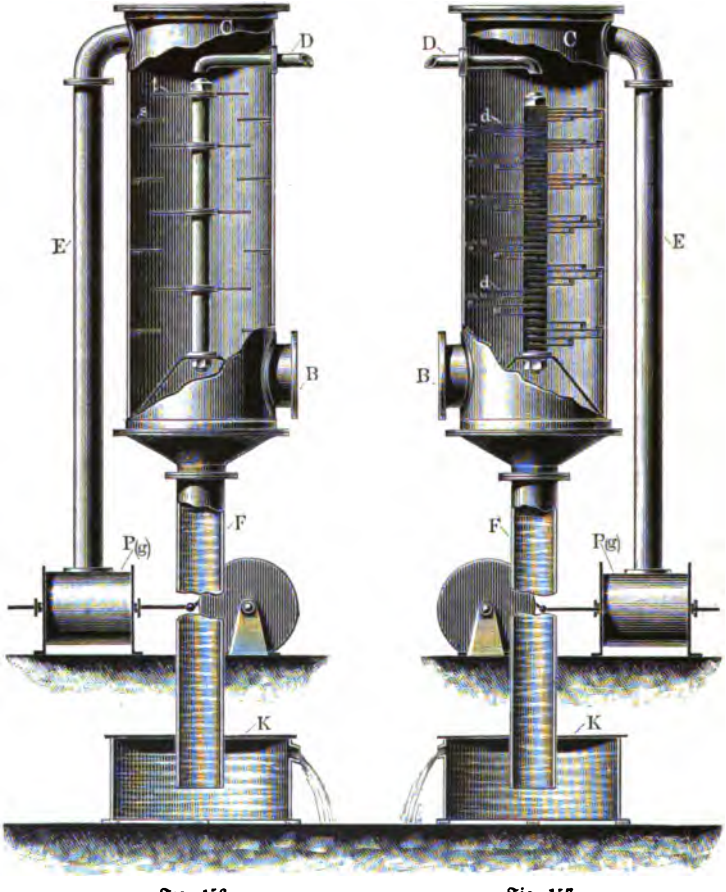


Fig. 156. Fig. 157.

Schwager's Gegenſtrom-Kondenſator.

In beiden Fällen tritt der zu verdichtende Dampf unten durch den Stutzen B ein und wird, teils durch die Berührung mit dem ihm entgegenſtrömenden Waſſer, teils durch Abgabe ſeiner Wärme an die gekühlten Flächen verdichtet.

Die Luft und die nicht verdichtbaren Gaſe ſteigen aufwärts und werden oben durch das Rohr E der trockenen Luftpumpe P zugeführt.

Da, wo der Raum es nicht geſtattet, das 10 m hohe Fallrohr anzubringen, laſſen ſich die Schwager'ſchen Kondenſatoren auch bei einer ganz geringen Abänderung mit naſſen Luftpumpen verbinden.

2. Ein Gegenſtrom-Kondenſator für naſſe Luftpumpen, wie ihn die Braunſchweigiſche Maſchinenbau-Anſtalt baut, iſt in Fig. 158 dargeſtellt. In derſelben bedeutet *C* den Kondenſator; Waſſer tritt durch das Rohr *a* in denſelben ein, kondenſiert beim Herabrieſeln über ein Syſtem von Tellern den bei *b* eintretenden Brüden und wird durch das Rohr *B* der naſſen Luftpumpe *D* zugeführt. Die nicht kondenſierten Gaſe werden von letzterer durch das Rohr *A* abgeſaugt.

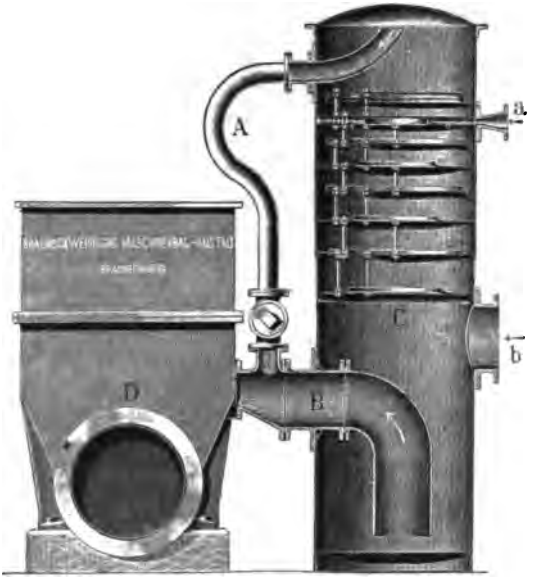


Fig. 158. Gegenſtrom-Kondenſator für naſſe Luftpumpen.

3. Greiner's Regenſtrom-Kondenſator aus derſelben Fabrik wirkt ebenfalls gut. In Fig. 159 tritt das Einſpritzwaſſer durch das Rohr *a* von unten in den Kondenſator ein, verteilt ſich auf dem Siebe *C* und tritt dann durch dasſelbe als Regen in den Raum, in welchem ſich der durch *b* einſtrömende Brüden befindet, letzteren kondenſierend. Ein etwa 10 m langes Fallrohr führt das warme Waſſer in den Fallwaſſerkaſten ab. Das Brüdenrohr *b* iſt gegen den Eintritt von Waſſer durch den cylinderförmigen Mantel *G* geſchützt.

Die nicht kondenſierbaren Gaſe werden der Luftpumpe durch das Rohr *A* zugeführt. Da dieſelben jedoch beim Durchgange durch das Sieb leicht Waſſer mitreißen, welches die Pumpe ruinieren würde, wenn es in dieſelbe gelangt, iſt zwiſchen letzterer und dem Kondenſator ein Waſſerabſcheider *E* eingeſchaltet. Die Konſtruktion desſelben iſt aus der Zeichnung ohne weiteres erſichtlich. Das abgeſchiedene Waſſer

läuft durch ein langes Rohr ebenfalls in den Fallwasserkasten, die Gase gehen durch A' nach der Pumpe.

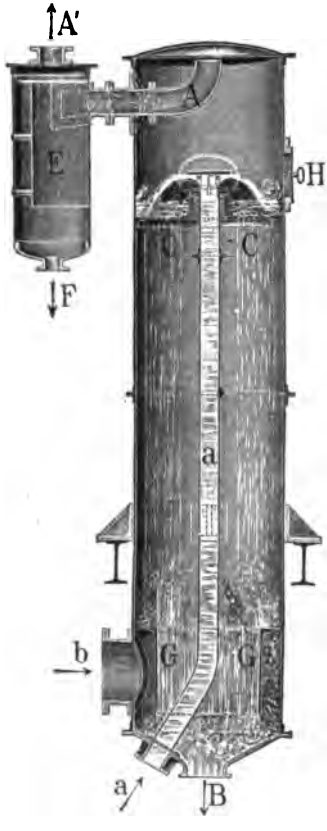


Fig. 159.
Greiner's Regenstrom-Kondensator.

Durch das Mannloch H kann das Sieb bequem gereinigt werden.

4. C. Heckmann's Regen-Gegenstromkondensator kommt in seiner Wirkung dem auf S. 388 aufgestellten Ideale sehr nahe. In einer dem Verfasser bekannten Fabrik war die Temperatur im Dicksaftapparat 61°, die des Fallwassers 60°. Die Konstruktion desselben ist aus Fig. 160 leicht verständlich. Der Brüden macht den durch die längeren Pfeile angedeuteten Weg durch das in Tropfen aufgelöste Kühlwasser hindurch. Letzteres tritt in der Abbildung oben rechts ein, fällt in ruhigem Strome über den Rand eines umgekehrten Trichters auf ein Sieb und durch dieses in einem Regen hindurch. Eine Störung des Betriebes durch Verstopfung des Siebes ist ausgeschlossen, weil zwischen letzterem und dem Mantel ein Zwischenraum gelassen ist, durch den alles Wasser über den Rand des Siebes ablaufen kann, welches nicht durch die Löcher desselben geht. Die nicht kondensierbaren Gase werden an der höchsten Stelle des Kondensators abgesaugt.

6. Die Arbeit am Zweikörperapparate.

Bei dem Beginne des Betriebes setzt man zunächst die Luftpumpe in Bewegung, um im Dicksaftkörper einen luftverdünnten Raum zu erzielen, läßt dann, bei abgesperrtem Übersteigventil 5, (Fig. 149 u. 150) durch Öffnen des das Rohr c' verschließenden Ventiles 3, den Dicksaftkörper sich mit Dünnsaft füllen und erhitzt diesen durch Öffnen des Dampfventiles 1 zum Kochen. Der einströmende Dampf verjagt die

Luft aus dem Heizraume durch das Rohr *r*. Die Verbindung zwischen dem Heizraume des Dicksaftkörpers und dem Innern des Dünnsaftkörpers ist anfangs durch eine im Rohre *J* befindliche Drosselklappe abgesperrt. Während der Inhalt des Dicksaftkörpers ins Kochen gebracht wird, läßt man durch das Rohr *e* den Dünnsaftkörper sich ebenfalls füllen und läßt den Dampf in den Heizraum einströmen, sobald der Saft das Rohrsystem bedeckt. Die durch den Saft verdrängte Luft entweicht durch den geöffneten Butterhahn *o* des Dünnsaftkörpers. Dieser bleibt auch geöffnet, bis der Saft hier ins Kochen gekommen ist, um die Luft vollständig auszutreiben. Während des Anheizens läßt man den Saft ganz langsam zutreten, um sobald wie möglich im Dünnsaftkörper Dampf zu erhalten.

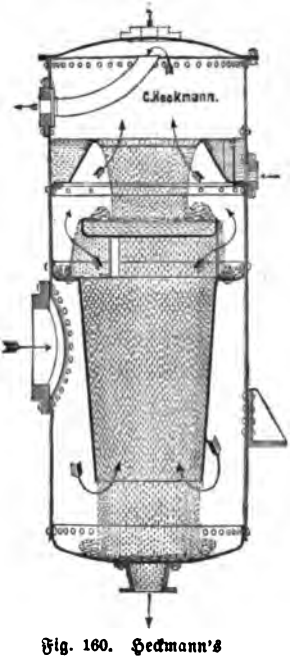


Fig. 160. Heckmann's Regen-Gegenstrom-Kondensator.

Sobald der Saft im Dünnsaftkörper in vollem Kochen begriffen ist, sperrt man das Dampfventil am Dicksaftkörper ab, öffnet die Drosselklappe im Rohre *J*, schließt den Butterhahn am Dünnsaftkörper und läßt so den in letzterem gebildeten Dampf, der von diesem Zeitpunkt ab allein die Verdampfung im Dicksaftkörper bewirkt, in den Heizraum des Dicksaftkörpers übertreten.

Ist das Niveau des Saftes durch Verdampfung im Dicksaftkörper so weit gesunken, daß der Saft nur noch wenig über dem Heizröhrensysteme steht, so öffnet man das Übersteigventil 5. Durch die größere Luftleere, welche im Dicksaftkörper herrscht, wird ein Teil des Saftes, mit einer durch weiteres oder weniger weites Öffnen des Ventiles 5 zu regelnden Geschwindigkeit in den Dicksaftkörper hinübergezogen. In demselben Maße läßt man durch das Ventil 3 und das Rohr *e* Dünnsaft in den ersten Körper nachfließen. Der durch die gebogenen Röhren *f* ausströmende Saft mischt sich sofort mit dem im unteren Teile des Apparates befindlichen, im vollen Sieden begriffenen Safte, wird durch das lebhafte Aufwallen mit dem übrigen Safte durch das zentrale Rohr *c*

in die Höhe gerissen und sinkt dann durch die übrigen Röhren *d*, von ihnen neue Wärme aufnehmend, wieder herab. So bleibt der Saft in einem steten, ununterbrochenen Kreislaufe, und es braucht nur der Zufluß des Saftes so geregelt zu werden, daß derselbe mit der Verdampfung gleichen Schritt hält, und namentlich ist darauf zu achten, daß das Kochen durch den kälteren Saft nie unterbrochen werde. Letzteres kann jedoch nur bei unaufmerksamer Apparatführung vorkommen, da der vom Saftreservoire kommende Saft, schon vor seinem Eintritte in den Verdampfapparat, eine sehr hohe Temparatur hat.

So arbeitet man weiter, bei ununterbrochenem Einlaufe von Dünnsaft in den ersten Körper und ununterbrochenem Übersteigen des konzentrierter gewordenen Saftes in den Dicksaftkörper, bis letzterer mit genügend konzentriertem Dicksafte gefüllt ist.

Die Konzentration des Dicksaftes ermittelt man mittels des Saccharometers in einer Probe. Um diese aus dem Apparate nehmen zu können, ist die Vorrichtung *p* angebracht. Dieselbe besteht im wesentlichen aus einem kleinen geschlossenen kupfernen Cylinder von solcher Größe, daß er eine zur Prüfung mit dem Saccharometer genügende Menge von Saft zu fassen vermag. Dieser Cylinder ist in seinem oberen Teile durch ein Röhrchen mit dem Dampfraume, in seinem unteren Teile mit dem Saftraume des Apparates verbunden. Beide Röhren sind durch Dreiweghähne absperrbar. Unmittelbar an dem unteren Hahne ist ein weiteres Röhrchen angesetzt, welches am Boden eines zweiten oben offenen Cylinders eintritt. Um hiermit die Probe zu ziehen, stellt man die beiden Dreiweghähne so, daß ihre Öffnungen mit dem Innern des Dicksaftkörpers zusammenfallen, es fließt alsdann der Saft in den oberen Cylinder und füllt denselben bis zu dem Niveau des im Verdampfapparate befindlichen Saftes. Dreht man beide Hähne um einen Winkel von 90 °, so wird einerseits die Verbindung des Cylinders mit dem Innern des Apparates abgesperrt; anderseits trifft die seitliche Bohrung des oberen Hahnes auf eine kleine, durch die Wandung des Hahnes gehende Öffnung, durch welche das Innere des Cylinders in freier Verbindung mit der Atmosphäre steht. Der untere Hahn ist so gebohrt, daß bei der angegebenen Stellung seine Öffnung sowohl mit dem Boden des oberen, wie mit dem des unteren Cylinders in Verbindung steht. Es wird daher nun der Saft aus dem oberen frei in den unteren Cylinder fließen, derselbe wird dabei

das in letzterem befindliche Saccharometer mitnehmen, so daß man, sobald der Cylinder sich gefüllt hat, sofort die Ablesung vornehmen kann. Ist dies geschehen, so ist, durch eine Umstellung der Hähne, die Probe auf die einfachste Weise wieder in den Apparat zurück zu befördern. Zunächst stellt man den oberen Hahn so, daß er nicht mehr mit der Atmosphäre, sondern mit dem Dampfraume verbunden ist, es wird durch den daselbst herrschenden niederen Druck der im unteren Cylinder befindliche Saft in den oberen gesogen. Alsdann giebt man dem unteren Hahne eine solche Stellung, daß seine Bohrung in den Saftraum führt und dreht den oberen so, daß seine Bohrung mit der Luftöffnung zusammenfällt; der Druck der äußeren Atmosphäre treibt dann den Saft in den Apparat zurück.

Eine neuere Einrichtung zur ununterbrochenen Kontrolle des aus dem Apparate ablaufenden Dicksaftes werden wir später beschreiben.

Man betrachtet die Konzentration des Saftes gewöhnlich für genügend weit fortgeschritten, wenn derselbe heiß 44 bis 46 ° am Saccharometer zeigt, was einer Konzentration von etwa 50 ° im kalten Zustande entspricht. Wo es aber die Verhältnisse erlauben, sollte man den Dicksaft nicht unter 60° Bx. ablassen, weil man das Wasser, welches in demselben verbleibt später mit viel höheren Kosten im Vakuum verdampfen muß.

Ist der Dicksaftkörper mit genügend dichtem Safte gefüllt, so öffnet man vorsichtig das Ventil 4, nachdem vorher der zur Aufnahme des Saftes bestimmte Saftheber luftleer gemacht ist. Die Stellung des Ventils 4 regelt man so, daß nicht etwa der Dicksaftkörper ganz entleert werde, sondern so, daß der Abzug mit der Verdampfung und dem Zusflusse genau gleiches Maß hält. Es findet daher, sobald die Verdampfung einmal eingeleitet worden ist, eine beständige Strömung des Saftes durch den Apparat statt. In den Dünnsaftkörper fließt ununterbrochen Dünnsaft ein, derselbe steigt nach der Verdampfung durch das Übersteigrohr *k l* in den Dicksaftkörper über und fließt von hier als Dicksaft ununterbrochen ab.

Der Behälter, welcher den Dicksaft aufnimmt, ist ein Saftheber (vergl. S. 245) und zwar am zweckmäßigsten ein solcher mit zwei Gefäßen, wie er oben beschrieben ist. Sobald das eine Gefäß gefüllt ist, was man an einem Flüssigkeitsstandzeiger erkennt, stellt man den Zufluß des Dicksaftes auf das zweite, mittlerweile luftleer gemachte Gefäß, giebt dann dem ersten, von seiner Verbindung mit der Luftpumpe abgesperrten, Gefäße Dampfdruck und befördert den Dicksaft in

einem über den Filtern befindlichen, durch direkten Dampf geheizten Kalorisator und erhitzt ihn hier zum vollen Kochen, um ihn so heiß, wie irgend möglich, zur zweiten Filtration zu bringen.

In den meisten Fabriken sind jetzt die Saftheber für den Dicksaft durch Pumpen ersetzt. Dieselben Gründe, welche für die Aufstellung von Schlamm- und Dünnsaftpumpen maßgebend gewesen sind, gelten auch für die Anschaffung der Dicksaftpumpe.

Eine solche hier abzubilden, und zu beschreiben können wir uns versagen; jede gute Plunger- oder Kolbenpumpe ist für diesen Zweck zu gebrauchen. Der Betrieb derselben jedoch ist zuweilen mit einigen Schwierigkeiten verknüpft: Nehmen wir an, die Luftleere betrage im Dicksaftkörper 61 cm, so bedeutet das für eine Dicksaftpumpe, die mit dem Apparate in gleicher Höhe steht, eben so viel, als ob dieselbe Wasser aus einer Tiefe von 61 × 13,56 (spez. Gewicht des Queckſilbers) gleich 827 cm zu saugen hätte. Eine solche Leistung würde für jede Pumpe technisch fast unmöglich sein; man stellt deshalb die Dicksaftpumpe so tief unter dem Apparate auf, als es die Verhältnisse irgend erlauben, weil durch die über dem Saugventile derselben stehende Saftsäule die fingierte Saughöhe vermindert wird. Nehmen wir diese Saftsäule zu $4^1/_2$ m und das spezifische Gewicht des zu pumpenden Saftes zu 1,29 (= ca. 60° Bx.) an, so würde dieselbe einer Wassersäule von $580^1/_2$ cm entsprechen, also die fingierte Saughöhe auf $246^1/_2$ cm ermäßigen, eine Größe, welche keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bietet. Allerdings muß man auch hierbei noch zur Erzielung eines leichten Betriebes die Ventilkegel mit Spiralfedern belasten und das Saugerohr, zur Verminderung der Reibung, möglichst weit nehmen. Aber auch dann arbeitet die Pumpe noch nicht, wenn man sie nicht anfüllt. Um eine sichere Anfüllung derselben zu ermöglichen, verbindet man den über dem Kegel des Saugeventils befindlichen Raum durch ein mit Ventil verschließbares Rohr von 15 bis 20 mm Weite mit dem luftverdünnten Raume des Apparates. Öffnet man das Ablaßventil des letzteren und das Ventil des Verbindungsrohres, so füllt sich die Pumpe sofort von selbst an.

Während der ganzen Dauer der Verdampfung hat der mit der Führung derselben Beauftragte sein Augenmerk besonders auf folgende Punkte zu richten:

1. Auf den Zufluß des Dünnsaftes. Derselbe muß so erfolgen, daß der Dünnsaftkörper weder zu leer, noch zu voll werde. Entleert er sich so weit, daß das Heizröhrensystem nicht ganz von Saft bedeckt bleibt, so ist durch die stärkere Erhitzung eine nachteilige Veränderung des Saftes zu befürchten; wird er zu voll, so wird bei lebhaftem Sieden ein großer Teil des Saftes mit fortgerissen, und man ist dann nicht sicher, allen Saft im Saftfänger zurückzuhalten, es kann ein Teil desselben in das im Heizraume des Dicksaftkörpers verdichtete Brüdenwasser übergehen und so Zuckerverluste herbeiführen. Bei zu starkem Zuflusse wird das Ventil 3 weniger weit geöffnet, oder ganz geschlossen, bis das Niveau des Saftes auf die gewünschte Höhe gekommen ist; ist gleichzeitig im Dicksaftkörper nicht zu viel Saft vorhanden, so kann man sich durch stärkeren Abzug dahin, durch etwas weiteres Öffnen des Ventiles 5, helfen.

2. Auf das Übersteigen in den Dicksaftkörper. Es gilt hier dasselbe wie beim Zuflusse des Dünnsaftes. Stets ist das Heizröhrensystem bedeckt zu halten und einer zu großen Füllung vorzubeugen. Sinkt das Niveau zu weit, so wird man den Zufluß durch weiteres Öffnen des Ventils 5 verstärken, wenn der Saftvorrat im Dünnsaftkörper dies erlaubt, oder durch Absperren des Abflußventils 4 den Abfluß verringern. Wird dagegen der Saftstand ein zu hoher, so verringert man den Zufluß, oder vermehrt den Abfluß. Welches von beiden Mitteln man zu ergreifen hat, hängt einmal von dem Saftvorrate im Dünnsaftkörper und dann von der Konzentration des Saftes ab.

3. Auf den Stand des Saftes in dem Übersteiger und Saftfänger. Sobald sich in einem derselben eine bestimmte Menge von Saft angesammelt hat, ist dieser in den zugehörigen Verdampfkörper zurück zu lassen, damit er nicht die Höhe des Randes des Ausgangsrohres erreiche und somit verloren gehe. Die größere oder geringere Schnelligkeit der Vermehrung des Saftes in den Übersteigern, erkennbar an dem Steigen des Niveaus in den Flüssigkeitsstandzeigern, gewährt einen weiteren Anhalt zur Beurteilung der Vorgänge im Apparate. Sammelt sich hier viel Saft in kurzer Zeit, so ist dies ein Beweis einer zu starken Füllung, oder zu wilden Kochens.

4. Auf den Zustrom des Dampfes in den Heizraum. Der Verdampfapparat muß soviel Dünnsaft in Dicksaft verwandeln, wie ihm von der Filtration zugeführt wird. Es ist daher notwendig,

daß er mit großer Geschwindigkeit arbeite, und namentlich ist es zu vermeiden, daß irgend welche Unregelmäßigkeiten vorkommen, weil solche rückwärts auf allen übrigen Stationen Störungen hervorrufen würden. Kann der Verdampfapparat nicht die Gesamtmenge des Saftes von der Filtration abnehmen, so muß diese ruhen, bis der Verdampfapparat wieder zu voller Thätigkeit gekommen ist. Mittlerweile hat aber auf der Scheidestation sich Saft angesammelt, den die Filtration noch nicht übernehmen kann, die Scheidestation kommt dadurch zum Stillstande, und sie bringt wieder die Saftgewinnung außer Thätigkeit. Hiermit ist aber nicht allein eine Betriebsstörung herbeigeführt, sondern es tritt zugleich eine nachteilige Veränderung der Säfte ein. Jedes Anstauen des Saftes begünstigt Gährungsvorgänge, weil dadurch den Fermenten, die überall verbreitet sind, Zeit und Gelegenheit gegeben wird, sich zu entwickeln. Wenn es irgendwie zu erreichen ist, so sollte der Saft von dem Zeitpunkte, in welchem er die Zelle der Rübe verläßt, bis zu dem Augenblicke, wo er zur Kryſtallisation verkocht ist, in einem beständigen Vorwärtsfließen begriffen sein. Dies ist aber nur dann möglich wenn der Verdampfapparat seine Schuldigkeit thut, und wenn die Verdampfung genau geregelt und überwacht wird.

Der Zustrom des Dampfes in den Heizraum des Dünnsaftkörpers muß unter allen Umständen so stark sein, daß ein lebhaftes Kochen stattfindet. Genügt hierzu der Retourdampf der Maschine nicht, so ist direkter Dampf zu Hilfe zu nehmen. Während der Arbeitspausen, wo die Maschine keinen Dampf liefert, ist allein mit direktem Dampfe zu heizen. Das Sieden des Saftes im Dünnsaftkörper läßt sich im Notfalle beschleunigen durch rascheren Abzug der Dämpfe aus dem Heizraume des Dicksaftkörpers. Hierbei ist aber aus den oben (S. 380) angeführten Gründen ein gewisses Maß nicht zu überschreiten. Hat man genügend Dampf zur Verfügung, so arbeitet man am besten so, daß das Vakuummeter am Dünnsaftkörper nur ganz geringe Abnahme des normalen Druckes und das Thermometer eine Temperatur von nahezu 100° C. im Dampfraume zeigt. Nie darf die Heizung hier so stark werden, daß eine über den Atmosphärendruck steigende Spannung eintritt, was beim Kochen mit direktem Dampf leicht vorkommen kann, wenn nicht für genügenden Abzug aus dem Heizraume des Dicksaftkörpers gesorgt ist; sollte die Spannung zu hoch werden, so ist das Dampfventil weniger weit zu öffnen.

Ein zu wildes Kochen ist zu vermeiden, weil dabei zu viel Saft fortgerissen wird. Es ist zu verhüten durch Verringerung des Dampfstromes, oder, wenn der Raum im Verdampfkörper es zuläßt, durch verstärkten Saftzustrom, oder, wenn das Vakuummeter Verdünnung im Dampfraume anzeigt, durch Einlassen von etwas Luft durch Öffnen des Butterhahnes. Droht der Saft überzusteigen, und kann man starke Schaumbildung durch Mäßigung des Dampfstromes nicht verhindern, so bringt man etwas Fett in den Butterhahn und läßt dieses im geschmolzenen Zustande einfließen, es wird dadurch die Schaumbildung am sichersten verhindert. Doch solle man zu diesem Mittel nur als letztem Notbehelfe greifen, da durch den Fettzusatz eine Verunreinigung des Saftes herbeigeführt wird.

5. Auf die Erhaltung der Luftleere im Dicksaftkörper. Ein je geringerer Druck, also eine je höhere Luftleere, im Dicksaftkörper herrscht, um so rascher wird die Verdampfung in demselben erfolgen, um so größer werden die Leistungen des Apparates sein. Die Höhe der Luftleere hängt aber von zwei Dingen ab, von der Leistungsfähigkeit der Luftpumpe und von der des Kondensators; Luftpumpe und Kondensator müssen daher stets peinlich gut in Ordnung gehalten werden. Bei den Luftpumpen neuerer Konstruktion treten im Laufe der Kampagne nicht leicht Störungen auf, wenn sie während der großen Betriebspause im Sommer sorgfältig nachgesehen worden sind. Bei den Ventilpumpen bedürfen die Saug- und Druckventile und bei den nassen Luftpumpen die Gummiklappen einer zeitweiligen Revision.

Was den Kondensator anlangt, so muß der Zufluß des Kühlwassers zu demselben durch ein Ventil geregelt werden, welches von einem in unmittelbarer Nähe des Verdampfapparates gelegenem Orte aus bedient werden kann. Man verstärkt denselben, sobald bei normalem Gange der Luftpumpe die Luftleere im Dicksaftkörper zu gering ist. Bei den älteren, jetzt überall aufgegebenen Kondensatoren, bei denen das Wasser aus mit vielen Löchern versehenen Rohren in den Dampfraum einspritzte, kamen häufig Störungen dadurch vor, daß das „Einspritzrohr" durch Laub und dergl. verstopft wurde.

Bei den neueren Formen derselben, welche ein eigentliches Einspritzrohr nicht haben, bei denen das Wasser in gleichmäßigem Strome durch den Dampfraum fällt, ist bei der Weite des Zuflußrohres eine Verstopfung derselben während der Betriebszeit nicht zu befürchten. Nach und

nach setzt sich aber doch an allen Flächen im Inneren desselben Wasserstein an, der schließlich zu Verstopfungen führen kann, wenn man denselben nicht in jedem Sommer entfernt; ebenso muß das Rohr, welches das Fallwasser vom Kondensator abführt, alljährlich nachgesehen und nötigenfalls gereinigt werden.

6. Auf Reinerhaltung der Saftröhren. Jeder Saft scheidet wie früher schon bemerkt, während des Verdampfens unlösliche Körper aus, sei es, daß diese bei dem geringer werdenden Wassergehalte nicht mehr in Lösung erhalten werden können, oder sei es, daß sie durch Vermittelung der bei der Verdampfung zersetzt werdenden, stickstoffhaltigen Substanzen ursprünglich gelöst gewesen und nun ihres Lösungsmittels beraubt sind. Unter diesen Abscheidungen, die sich in Form eines mehr oder weniger fest haftenden Anfluges an den Wandungen der Heizröhren ablagern, sind oxalsaurer Kalk und andere Kalksalze nachgewiesen. In dem Maße, wie solche Substanzen sich in den Röhren absetzen, wird das Wärmeleitungsvermögen derselben verringert und damit die Verdampfung verlangsamt. Diese Körper scheiden sich um so viel leichter ab und haften um so viel fester, je rauher die Flächen sind, mit denen der Saft in Berührung kommt. Man pflegt daher, um möglichst glatte Flächen zu haben, die inneren Wände der Saftröhren, wenigstens im Dicksaftkörper, wo die Abscheidung am stärksten ist, zu verzinnen. Es genügt dann eine mechanische Reinigung mit runden Bürsten, die wöchentlich einmal nach dem Leerkochen des Apparates vorgenommen wird, um die Röhren während der Dauer der Betriebszeit in gutem Stande zu erhalten. Bei der in unserer Zeichnung dargestellten Einrichtung sind alle Röhren leicht nach Öffnung der drei am Boden befindlichen Mannlöcher zu erreichen.

Bei Apparaten mit liegenden Röhren, bei denen der Saft nicht durch diesen cirkuliert, sondern dieselben äußerlich bedeckt, ist eine mechanische Reinigung während des Betriebes nicht möglich. Nach der Entleerung des Apparates füllt man beide Körper so weit mit Wasser, daß das ganze Röhrensystem davon bedeckt ist, und giebt eine zur Auflösung der Kalksalze ausreichende Menge Salzsäure zu. Etwa nach einer Stunde läßt man die Flüssigkeit ab, füllt den Apparat mit Wasser, erhitzt, während das obere Mannloch geöffnet ist, zum Sieden und spült alsdann gut mit Wasser aus. Eine gründlichere Reinigung erzielt man durch Auskochen der Apparate mit Sodalösung, wodurch

sämtliche Kalksalze in kohlensauren Kalk verwandelt werden, und darauf folgende Behandlung mit Salzsäure. Wenn es auf diese Weise auch gelingt, den größten Teil des Ansatzes zu beseitigen, so müssen doch am Schlusse der Betriebszeit sämtliche Röhren herausgenommen und von Ansätzen befreit werden, ehe der Apparat von neuem in Gebrauch genommen wird.

7. Auf die Beschaffenheit des Brüden- und Kondensationswassers. Sowohl das im Heizraume des Dicksaftkörpers sich verdichtende Brüdenwasser, wie auch das aus dem Kondensator abfließende Wasser sollte regelmäßig auf seinen Zuckergehalt untersucht werden, da dieser eine Kontrolle für mehr oder minder gut geregeltes Kochen, wie auch für die Beschaffenheit des Apparates gewährt. Bei wildem, stürmischem Kochen wird der Übersteiger und Saftfänger nicht genügen, um die letzte Spur von Saft zurückzuhalten. Bei nicht regelmäßig erfolgter Entleerung des in ihnen gesammelten Saftes, wird Saft durch die Abzugsröhren des Dampfes in den Heizraum des Dicksaftkörpers, oder in den Kondensator, geführt werden und hier verloren gehen, was durch den Zuckergehalt des Wassers erkennbar wird. Gänzlich ist ein solcher Verlust zwar nie zu vermeiden, bei gut geleitetem Kochen darf aber der Zuckergehalt des Wassers eine äußerst geringe Größe nicht übersteigen.

Hat man die Sicherheit, daß beim Kochen kein Versehen vorgekommen ist, und zeigt sich dennoch im Brüdenwasser ein irgendwie erheblicher Zuckergehalt, so liegt damit der Beweis vor, daß am Apparate sich irgend welche Undichtheit findet. Man hat dann zu ermitteln, ob der Schaden am Dünnsaft- oder am Dicksaftkörper vorhanden ist, wozu die Untersuchung des aus jedem einzelnen der beiden Körper abfließenden Wassers den sichersten Anhalt gewährt. In diesem Falle sollte man, so unangenehm eine solche Unterbrechung auch ist, sofort den betreffenden Körper leer kochen und ihn einer Reparatur unterziehen. Versäumt man, dieses zur rechten Zeit auszuführen, so können empfindliche Verluste eintreten, da eine anfangs kleine Undichtheit sich gewöhnlich rasch bedeutend zu vergrößern pflegt.

Um den Betrieb während der stattfindenden Reparatur nicht gänzlich unterbrechen zu müssen, arbeitet man dann mit dem anderen Körper weiter, selbstverständlich unter entsprechender Verringerung der Saftgewinnung.

Ist aus irgend einem Grunde ein Leerkochen des Apparates erforderlich, wie z. B. während der Sonntagspause, so sperrt man, nachdem der letzte Dünnsaft eingezogen ist, das Einzugsventil und das Dampfventil am Dünnsaftkörper ab, stellt den Dampf auf den Heizraum des Dicksaftkörpers und verlangsamt den Abzug des Saftes aus dem Dicksaftkörper so, daß man schließlich, nachdem aller Saft aus dem Dünnsaftkörper übergegangen ist, den Dicksaftkörper immer noch bis über den Heizraum mit Saft gefüllt behält. Dann wird auch hier der Dampfzutritt abgeschlossen und der Rest des Dicksaftes abgezogen.

7. Stehender Verdampfapparat mit Vorwärmer.

Bei der beschriebenen Einrichtung des Verdampfapparates ist die Gesamtmenge von Wärme, welche der aus dem Dicksaftkörper entweichende Dampf noch enthält, nicht allein gänzlich verloren, sondern erfordert auch zur Kondensation des Dampfes eine große Menge von Einspritzwasser, welches nicht überall leicht zu beschaffen ist.

Man hat daher sehr zweckmäßiger Weise diese Dampfwärme benutzt, um den Saft vor der Scheidung anzuwärmen und erreicht dies dadurch, daß man, zwischen dem Saftfänger des Dicksaftapparates und dem Kondensator, einen Vorwärmer von der früher (S. 234) beschriebenen Einrichtung einschaltet. Dadurch ist es möglich, an Heizdampf zu sparen, insofern, als hier die sonst verlorene Wärme des Dampfes des Dicksaftkörpers zur Erwärmung des Saftes nutzbar gemacht wird, man spart ferner an Einspritzwasser insofern, als ein großer Teil des Dampfes in dem Heizraume des Vorwärmers niedergeschlagen wird und daher weniger in den Kondensator entweicht.

Auf gleiche Weise wie hier der vom Dicksaftkörper kommende Dampf zur Anwärmung des zur Scheidung gehenden Diffusionssaftes Verwendung findet, so kann man seine Wärme auch auf mannigfach andere Weise nutzbar machen. So z. B. ließe sich der hier entweichende Dampf zum Heizen der Kalorisatoren der Batterie, zum ersten Anwärmen des Diffusionswassers benutzen. Mit jeder dieser Verwendungsweisen ist nicht allein eine direkte Ersparung an Kesseldampf zu machen, sondern auch eine indirekte Dampfersparung zu erzielen, insofern als dadurch Arbeit am Kondensator erspart wird. Je weniger Dampf

ſchließlich in den Kondenſator übertritt, um ſo weniger Kühlwaſſer iſt zur Verdichtung erforderlich. Da aber das Kühlwaſſer durch Pumpen, alſo durch Keſſeldampf dem Kondenſator zugeführt werden muß, ſo ergiebt jede Übertragung der Wärme des Saftdampfes an zu erwärmende

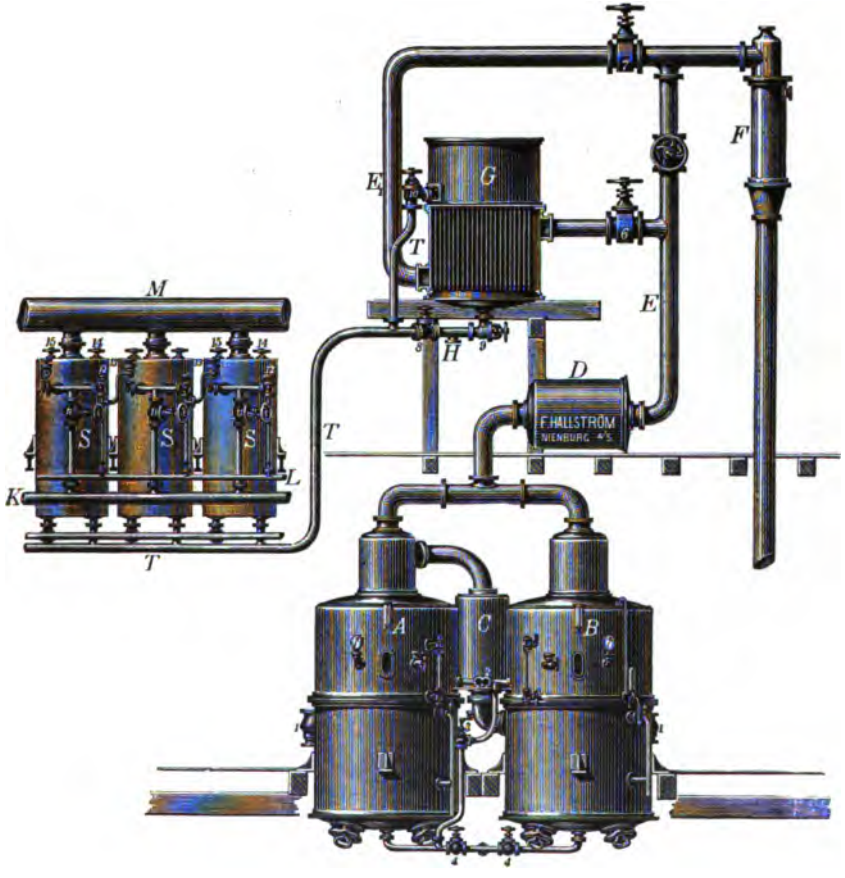


Fig. 161. Verdampf-Anlage mit Rohſaft-Vorwärmer.

Flüſſigkeiten eine Verminderung des Kraftbedarfes der Maſchine. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, daß das in den verſchiedenen Kaloriſatoren verdichtete Waſſer einen hohen Reinheitsgrad beſitzt und daher zum Speiſen der Keſſel beſonders geeignet iſt, und dieſes um ſo mehr, da es heiß aus den Kaloriſatoren abfließt.

In Fig. 161 ist ein mit dieser Vorrichtung verbundener Apparat dargestellt. Die Konstruktion der beiden Verdampfkörper ist dieselbe wie in Fig. 149 und 150, diese braucht daher nicht weiter besprochen zu werden. *A* ist der Dünnsaftkörper, *B* der Dicksaftkörper, *C* der Übersteiger, *D* Hodek'scher Saftfänger.

1. Dampfventil,
2. Saftventil,
3. Überziehventil,
4. Ablaßventil.

Der aus dem Saftfänger kommende Dampf kann, wenn das Ventil 5 offen, die Ventile 6 und 7 aber geschlossen sind, durch das Rohr *E* unmittelbar in den Kondensator *F* entlassen werden. Wird aber das Ventil 5 geschlossen, dagegen 6 und 7 geöffnet, so nimmt der Dampf zunächst seinen Weg durch den Heizraum des Kalorisators *G* und tritt erst, nachdem er diesen durchströmt hat, durch das Rohr *E'* und das Ventil 7 in den Kondensator.

Der Zufluß des Rohsaftes in den Kalorisator erfolgt durch eine mit dem Stutzen *H* verbundene Leitung. Das Ventil 8 ist dabei geschlossen, der Saft steigt durch Ventil 9 in den unteren Teil des Kalorisators, durch dessen Heizröhren und wird durch das Ventil 10 und die Röhrenleitung *T T* zu den Scheidepfannen *S* geleitet. Das Ventil 8 dient zur Entleerung des Kalorisators.

Die Scheidepfannen haben die früher beschriebene Einrichtung:

T Zuleitung des erwärmten Saftes,
K Kohlensäureleitung,
L Dampfleitung,
M Brüdenleitung,
11 Kohlensäureventil,
12 Dampfventil,
13 Schaumschlagventil,
14 Safteinlaßventil,
15 Saftablaßventil.

8. Liegende Verdampfapparate.

Die liegenden Apparate unterscheiden sich von den, im Vorhergehenden besprochenen, stehenden hauptsächlich durch eine verschiedene Anordnung der Heizvorrichtung. Während diese dort einen in sich

geschlossenen, von Dampf erfüllten, von den senkrecht stehenden Saftröhren durchzogenen Raum darstellt, besteht sie hier aus einer Anzahl von horizontal liegenden, in den zu verdampfenden Saft gebetteten Röhren, in welche an einem Ende der Heizdampf aus einer gemeinsamen Dampfkammer einströmt, während am anderen Ende des Apparates alle Röhren wieder in eine ihnen sämtlich gemeinsame Kammer enden, von welcher das kondensierte Wasser, sowie der nicht verdichtete Dampf, in einen Wasserabscheider geführt wird. Beim Zweikörperapparate tritt der Saftdampf des ersten Körpers in die Dampfkammer des zweiten Körpers. Die Form der Verdampfkörper ist meist die eines liegenden Cylinders mit geraden Endflächen. Ein solcher Apparat, hier als Dicksaftkörper gedacht, ist in Fig. 162 in vorderer Ansicht mit geöffneter Dampfkammer und in Fig. 163 im Längendurchschnitte dargestellt. In demselben ist *A* der Dampfraum, *B* das vom Safte umspülte Heizröhrensystem, *C* die in Fig. 162 geöffnete vordere Dampfkammer, *D* die hintere Dampfkammer. Beim Dicksaftkörper tritt hier der vom Übersteiger *E* kommende Dampf ein, durchstreicht das Röhrensystem, das Brüdenwasser fließt aus der vorderen Kammer in einen Wasserscheider. Der Dampf entweicht durch den Dom *F* und kann in einen Kalorisator oder in den Kondensator geführt werden.

Beim stehenden Apparate ist man, wenn die Cirkulation des Saftes eine gleichmäßige sein soll, auf ein verhältnismäßig kurzes Röhrensystem angewiesen, selten beträgt die Länge desselben mehr als 1 m. Es wird daher, wenn man nicht eine sehr große Zahl von Röhren anwendet, wodurch aber der Umfang des Apparates allzu sehr vergrößert werden würde, die Heizfläche keine sehr großen Abmessungen erreichen können. Bei den liegenden Apparaten braucht man sich in Bezug auf die Länge der Heizröhren keine bestimmte Schranke zu setzen; durch Verlängerung des Cylinders kann die Heizfläche bedeutend vergrößert werden. Man bedient sich daher mit Vorliebe der liegenden Apparate, wenn die Verdampfung möglichst stark betrieben werden soll.

Während die Röhren der stehenden Apparate in die sogen. Rohrböden mit Maschine fest eingesetzt (eingewalzt) sind und nur herausgenommen werden, wenn sie defekt geworden sind, müssen dieselben bei liegenden Apparaten herausnehmbar sein, damit sie nach Schluß des Betriebes gereinigt werden können. Dieselben werden daher in die Löcher des Rohrbodens nur eingeschoben und mit Gummiringen ab-

gedichtet, die durch Metallringe mittelst Schrauben in den Zwischenraum zwischen Rohr und Rohrboden fest eingepreßt werden (s. später Heckmann'sches Vakuum).

Es ist oft die Meinung ausgesprochen worden, der liegende Apparat verdampfe mehr und rascher als der stehende, und man hat Gründe für diese Behauptung aufzustellen versucht. Vergleicht man aber die Leistungsfähigkeit eines stehenden Apparates mit der eines liegenden, so findet kein Unterschied zwischen beiden statt, wenn beide unter gleichen Bedingungen arbeiten, d. h. wenn beide gleich große Heizflächen, gleiche Safthöhen und gleiche Luftleere haben. Diese Umstände sind das wesentlich Bedingende für die Geschwindigkeit der Verdampfung, alles übrige ist nebensächlich.

Gegenüber dem stehenden Apparate hat der liegende älterer Konstruktion jedoch einzelne Übelstände. Der über dem Safte befindliche Dampfraum ist verhältnismäßig klein und es werden infolgedessen die beim lebhaften Kochen emporgeschleuderten Saftteile wenig Gelegenheit finden, in die Saftmasse zurückzufallen und zwar um so weniger, da durch die Gestalt des Apparates eine Beschleunigung der Bewegung des Dampfes, in der Richtung vom Spiegel der Flüssigkeit nach dem Dome zu, bedingt ist. Sind hier nicht wirksame Schutzvorrichtungen vorhanden, und ist nicht durch einen weiten und geräumigen Übersteiger für ein Abfangen der in größeren und kleineren Tröpfchen fortgerissenen Saftteile gesorgt, so sind erhebliche Verluste von Saft unvermeidlich.

Ferner ist bei der horizontalen Lage der Röhren eine Ansammlung von Kondensationswasser in denselben sehr leicht möglich. Giebt man, wie es gewöhnlich geschieht, den Röhren einen Durchmesser von 55 mm, und ist die Zahl der Röhren so bemessen, daß die Summe ihrer Querschnitte größer ist als der Weite des Dampfeinlaßventiles entspricht, so wird die Geschwindigkeit des Dampfstromes in ihnen sich erheblich verlangsamen, ja es wird die Geschwindigkeit des Dampfstromes, unter diesen Umständen, in den einzelnen Teilen des Röhrensystemes eine sehr verschiedene sein. So kann sie z. B. in den oberen Röhren des Systemes ihre ursprüngliche Bewegung beibehalten, während der Dampf in den unteren Röhren in Ruhe verharrt. Letztere werden sich dann mit kondensiertem Wasser füllen und also für die Verdampfung wirkungslos werden.

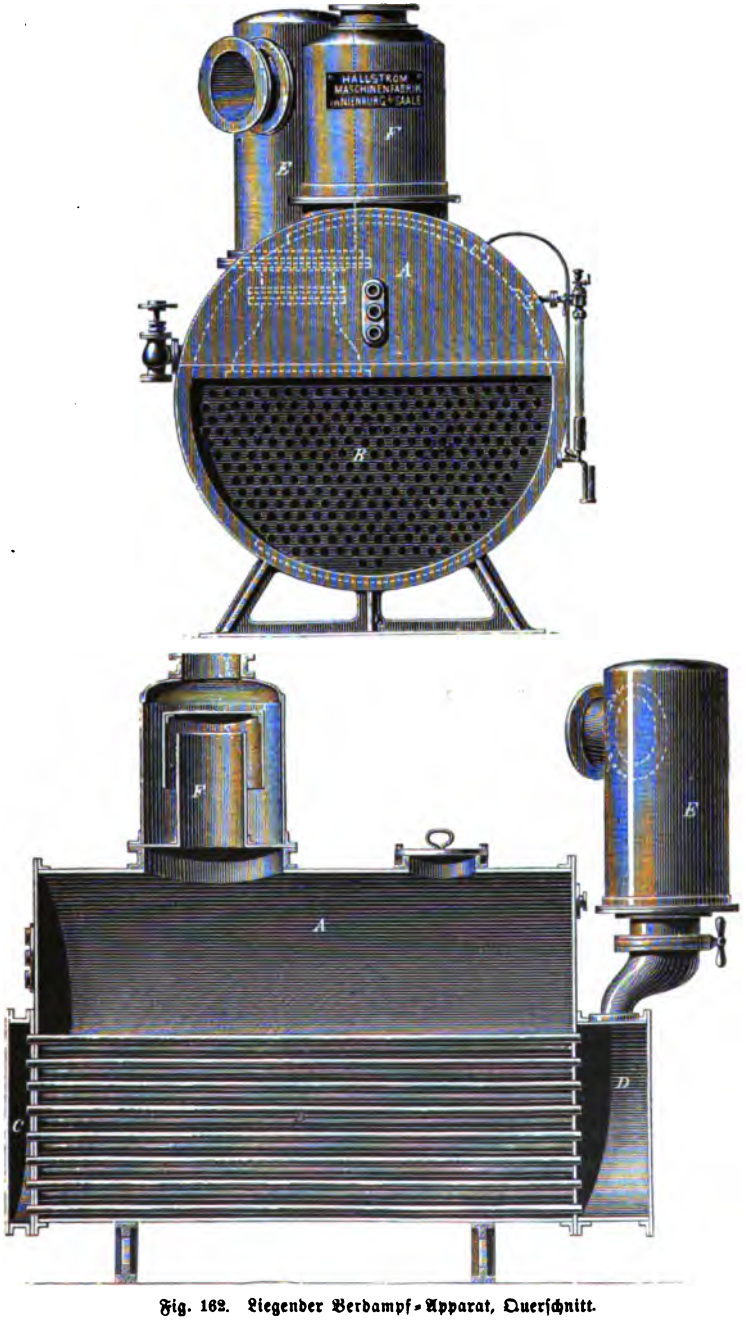


Fig. 162. Liegender Verdampf-Apparat, Querſchnitt.
Fig. 163. Liegender Verdampf-Apparat, Längsſchnitt.

Diese sowie manche andere Übelstände sind auf glückliche Weise durch eine gänzlich veränderte Form des Verdampfapparates von F. Wellner & H. Jelinek, die von der Halle'schen Maschinenfabrik und Eisengießerei ausgeführt wird, beseitigt. Die Form (Kofferform) ist so gewählt, daß sich eine möglichst breite und dementsprechend niedrige Lagerung der Heizröhren ermöglichen läßt, wodurch der Vorteil errungen ist, in einer sehr niedrigen Saftschicht eine sehr große Heizfläche zu erreichen, um so die Bedingungen eines leichten und ruhigen Kochens zu erfüllen. Die Safthöhe übersteigt hier 500 bis 600 mm nicht und hat daher bei weitem nicht die Höhe, welche man in anderen Apparaten antrifft; bei stehenden Apparaten pflegt sie drei- bis viermal höher zu sein. Durch diese große Höhe wird Anlaß zu einem wilden, heftigen und zuweilen stoßweisen Kochen gegeben, das stets Ursache zu Saftverlusten ist, um so mehr, da bei den Apparaten der Dampfraum meist zu klein bemessen wird. Außerdem wird bei einem hohen Saftstande der Siedepunkt ungünstig beeinflußt, da das Gewicht der oberen Saftschichten belastend auf die unteren wirkt. Dies Gewicht muß mit einem größeren Kraftaufwande überwunden werden, der sich in einer Steigerung des Siedepunktes kundgiebt.

Der Durchmesser der Heizröhren ist sehr klein gewählt, gewöhnlich 20 mm. Hierdurch ist die Heizfläche des Apparates in einem bedeutend kleineren Raume desselben unterzubringen, wodurch der Dampfraum über der Saftschicht entsprechend vergrößert werden kann. Der Dampfraum wird sehr groß gemacht und gestattet dadurch, daß die, viele Saftteilchen mit sich führenden Brüden lange und in langsamer Bewegung darin verbleiben, wodurch den mitgerissenen Saftteilen Gelegenheit gegeben ist, sich vom Dampfe zu sondern und in den Saftraum zurückzufallen. Die Brüdenabzugsröhren sind breit und weit, um auch hier die Strömung möglichst wenig heftig werden zu lassen. Statt des Domes ist ein weiter Cylinder, ähnlich wie der Hodek'sche Saftfänger über dem Apparate angebracht. In diesem sammeln sich die letzten Saftteile und werden vom tiefsten Punkte desselben, durch je zwei Röhren, seitlich in den Verdampfkörper zurückgeführt.

Die Heizrohre werden durch zweckentsprechend angeordnete, abgedichtete Scheidewände in den Dampfkammern in mehrere Rohrbündel abgeteilt, welche der Heizdampf nach einander, von dem einen Bündel in das andere übertretend, zu durchströmen hat. Demnach hat der

Dampf einen langen Weg zurückzulegen, wodurch die Wärmeabgabe erheblich gefördert wird. Bei dieſer Einteilung in einzelne Bündel und bei dem geringen Querſchnitte der Rohre läßt ſich die Größe der Summe aller Querſchnitte der Röhren jedes Bündels leicht der Weite des Einlaßventiles für den Dampf anpaſſen. Hiermit bleibt die Anfangsgeſchwindigkeit des Dampfſtromes erhalten, ein Anſtauen von Dampf, eine Anſammlung von kondenſiertem Waſſer kann nicht vorkommen,

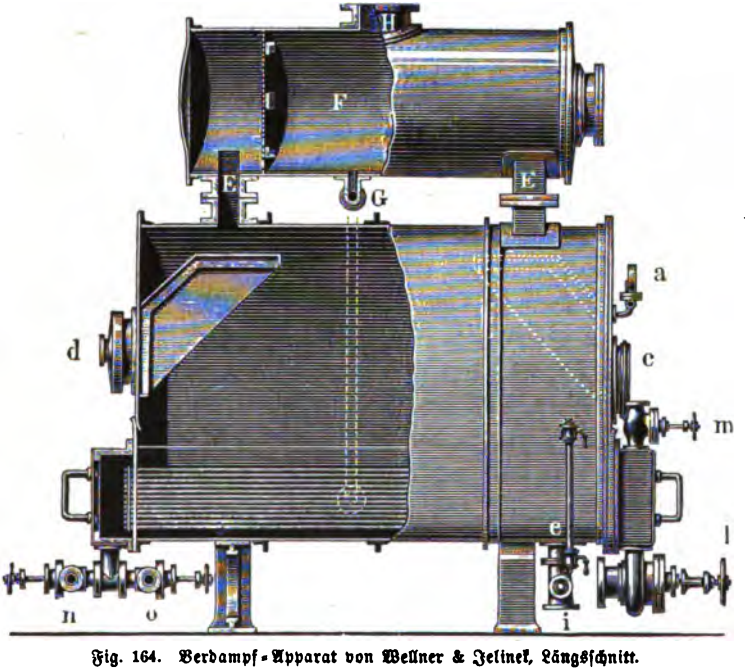


Fig. 164. Verdampf-Apparat von Wellner & Jelinek, Längsſchnitt.

die Röhren werden für den ungehinderten Durchtritt des Dampfes frei bleiben und damit wird das höchſte Transmiſſionsvermögen für die Wärme erzielt.

Die Heizkammern, in denen die Rohre ihren Urſprung nehmen, ſind beim erſten Körper ſo eingerichtet, daß man entweder alle Röhren mit Retourdampf und mit direktem Dampf heizen kann, oder daß die Hälfte der Röhren Retourdampf, die andere Hälfte direkten Dampf erhalten kann, wobei eine Vermiſchung des Retourdampfes mit dem hochgeſpannten Dampfe ausgeſchloſſen iſt. Das Kondenſationswaſſer der

mit direktem Dampfe geſpeiſten Röhren wird in einen beſonderen Sammler für hochgeſpannten Dampf geleitet. Die Ausnutzung des direkten Dampfes iſt dabei viel höher als bei den alten Apparaten, in denen die beiden Arten des Dampfes ſich miſchen und der direkte Dampf ſich bis zur Spannung des Retourdampfes expandiert. Durch die neue Einrichtung wird es unnötig, den Retourdampf ſtärker zu ſpannen und die Maſchinen durch den Rückdruck zu belaſten, da man die, dem nicht geſpannten Retourdampfe fehlende Menge von Wärme einfacher durch eine entſprechende Menge von direktem Dampfe zuführen kann. Wird hochgeſpannter Dampf in den Heizkammern angewandt, ſo kann man die Leiſtungsfähigkeit des Apparates beträchtlich ſteigern, da dieſelbe von dem in den Heizröhren ausgeübten Dampfdruck abhängig iſt. Der zweite und, wenn ein ſolcher vorhanden iſt, der dritte Körper hat ſelbſtverſtändlich nur eine Dampfzuführung, der zweite erhält den Brüdendampf vom erſten, der dritte den vom zweiten Körper.

Der Apparat Wellner-Jelinek iſt in Fig. 164 in Seitenanſicht, teilweis aufgeſchnitten, in Fig. 165 in Endanſicht mit der einen Hälfte der Heizkammern geöffnet, in Fig. 166 im Horizontalſchnitte dargeſtellt. Die Form des Apparates iſt die eines länglich viereckigen, nach oben abgerundeten Koffers, mit vorgebauten Dampfkammern. Die Dampfkammern ſind durch eine in der Längsrichtung des Apparates geſtellte Scheidewand in eine linke und eine rechte Hälfte geteilt und jede Hälfte iſt wieder in je zwei Dampfkammern zerlegt. In jede der beiden Kammern *A A'* tritt von oben ein Rohrſtutzen mit Ventil *m* zur Zuleitung von direktem Dampf, von unten ein Rohrſtutzen mit Ventil *l* zur Zuleitung von Retourdampf ein, wodurch es ermöglicht wird, die eine oder die andere Art des Dampfes zu verwenden, oder z. B. in die Kammer *A* Retourdampf zu leiten, während *A'* direkten Dampf erhält. Von jeder der beiden Kammern *A* geht ein Bündel von 96 Heizröhren bis zu den am anderen Ende des Apparates gelegenen Kammern *B B'*. Das in den Röhren verdichtete Waſſer gelangt durch vom Böden der Kammern ſich abzweigende Röhren in die Leitung *O* und von dieſer in den Retourwaſſerſammler. Von den Kammern *B B'* leitet je ein Röhrenbündel von 64 Stück den Dampf nach den vorderen Kammern *C C'* zurück, an deren Boden ebenfalls nach *O* gehende Abflußröhren für das Kondenſationswaſſer vorhanden ſind. Von *C C'* gehen wieder Röhrenbündel von je 64 Stück zu den hinteren Kammern *D D'*, von denen das

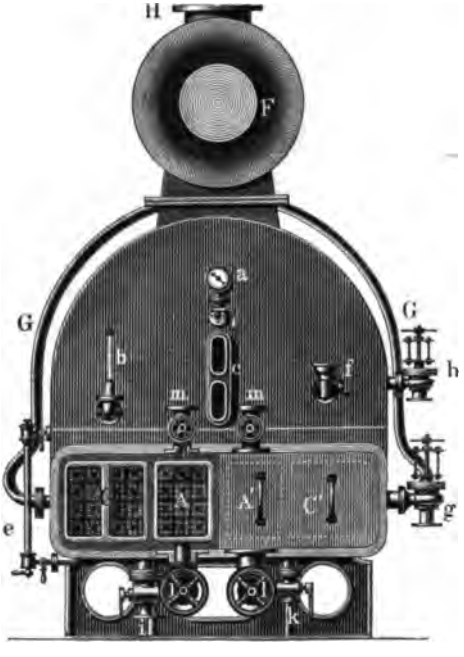


Fig. 165. Verdampf-Apparat von Wellner & Jelinek. Vorderanſicht.

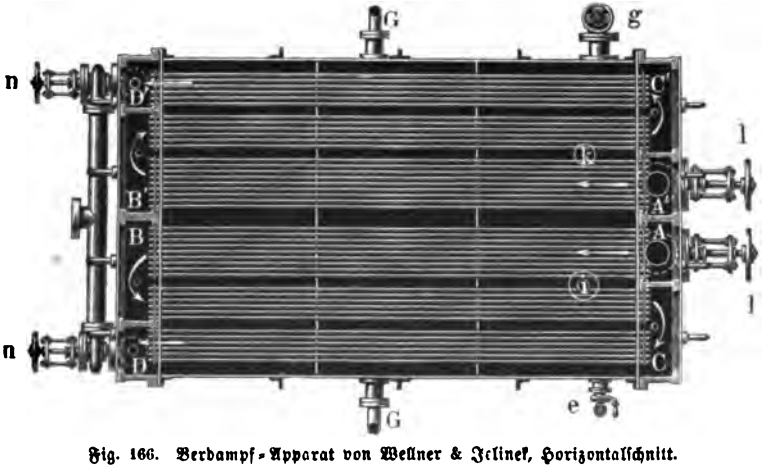


Fig. 166. Verdampf-Apparat von Wellner & Jelinek, Horizontalſchnitt.

Kondensationswasser, samt dem nicht verdichteten Dampfe, durch *n* zum Retourdampfsammler abgeführt wird. Im ganzen hat jeder Verdampfkörper 448 Heizröhren, durch deren Anordnung der Dampf gezwungen ist, einen möglichst langen Weg durch die zu verdampfende Flüssigkeit zu nehmen.

Der zu verdampfende Saft wird durch das seitlich angebrachte Ventil *g* eingezogen. Die nicht zu überschreitende Höhe des Saftstandes ist durch eine punktierte Linie angedeutet. An den vom Boden ausgehenden Rohrstutzen *i* schließt sich das zum folgenden Verdampfkörper führende Übersteigrohr, durch welches der Dünnsaft in den zweiten Körper gelangt. Ein weiteres vom Boden abgehendes Rohr *k* dient zur Ableitung von Spülwasser, bei der Reinigung des Apparates; *h* ist ein Ventil zur Zuleitung von Wasser beim Reinigen.

Die Röhren *E E* führen die Brüden in den weiten Cylinder *F*, der als Saftabscheider dient, und von welchem der Saft durch die beiden Röhren *G G* seitlich in den Verdampfapparat zurückfließt. An *H* ist ein Rohr angesetzt, welches den Brüdendampf in die Kammern *A A'* des zweiten Körpers führt.

Die übrigen Armaturteile sind dieselben wie bei allen sonstigen Apparaten: *a* Vakuummeter, *b* Thermometer, *c* Schauglas, *d* Mannloch mit Lichtloch, *e* Flüssigkeitsstandzeiger, *f* Butterhahn.

9. Der Innenpfannen-Verdampfapparat, Patent Müller.

Dieser in Fig. 167 im Längsschnitte und in Fig. 168 im Querschnitte dargestellte Apparat hat mit dem vorigen das gemein, daß die Saftschicht eine sehr niedrige ist, unterscheidet sich aber von jenem dadurch, daß mehrere Pfannen etagenartig in denselben Körper eingebaut sind.

Der Saft wird der obersten Pfanne zugeführt und fließt selbstthätig aus dieser in die zweite und von hier in die dritte. Durch außerhalb des Apparates liegende Überlauftöpfe wird der Lauf des Saftes so geregelt, daß die Rohre stets nur mit einer ganz schwachen Saftschicht bedeckt sind. Die Röhren können auf diese Weise nie frei werden, wenn man nur darauf achtet, daß immer genügend Saft zuläuft, um die der untersten Pfanne bedeckt zu halten. Bei Beendigung des Betriebes kann man durch in den Überläufen befindliche Ventile (*b*) die oberen Pfannen vollständig in die unterste entleeren.

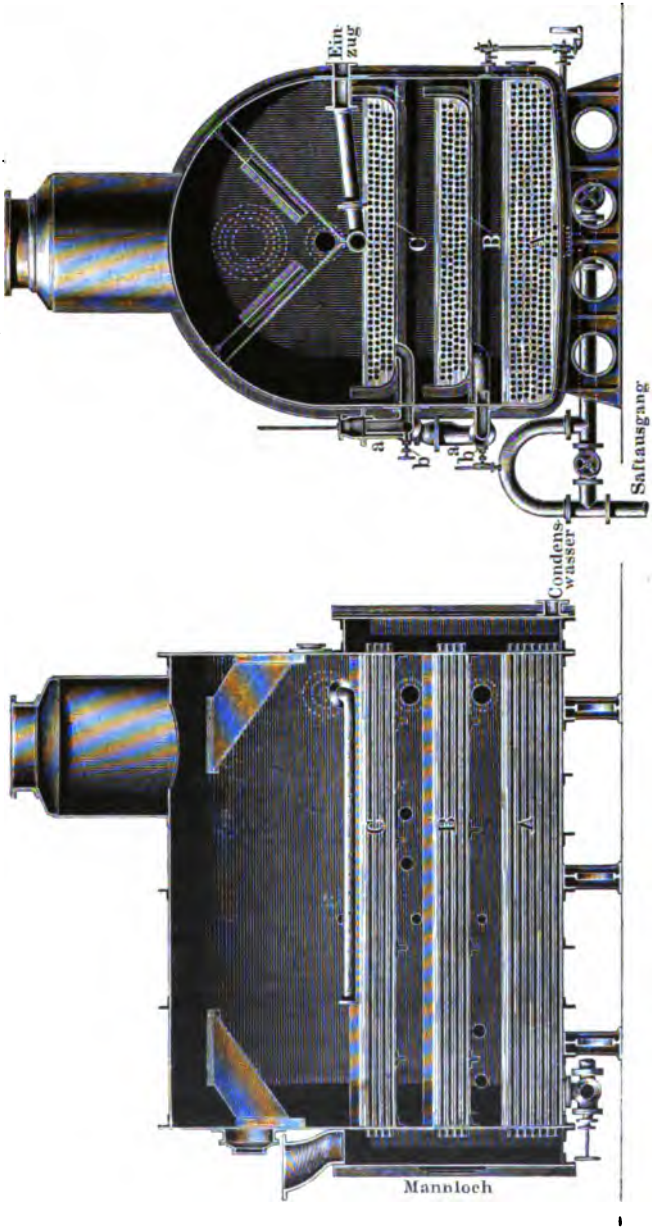


Fig. 167.

Fig. 168.

Innenpfannen-Apparat in Kofferform (C. Heckmann, Breslau).

Die in den unteren Pfannen entwickelten Saftdämpfe entweichen durch einen zwischen dem Apparatmantel und den oberen Pfannen freigelassenen Raum und verbreiten sich im Brüdenraume über einen großen Querschnitt, sodaß sich ihre Geschwindigkeit sehr verringert und ein Mitreißen von Saft nicht zu befürchten ist.

Diese Apparate sind außerordentlich leistungsfähig, da sie die Vorteile des niedrigen Saftstandes, welche Jelinek auszunutzen verstanden hat, auf eine dreimal so große Saftmenge mit dreimal so großer Verdampfoberfläche übertragen.

Daß die Höhe der Saftsäule einen bedeutenden Einfluß auf die Leistungen der Verdampfapparate ausübt, haben wir schon oben (S. 355) hervorgehoben und ist den Fabrikanten seit lange bekannt. Jeder Arbeiter, der längere Zeit verdampft hat, weiß, daß er nur dann mit seinen Apparaten viel leistet, wenn er den Saftstand nicht höher hält, als so, daß gerade die Rohre bedeckt sind.

Auch durch Rechnung läßt sich zeigen, daß man mit niedriger Saftsäule vorteilhafter arbeitet, als mit hoher. Denkt man sich aus dem Apparate Fig. 168 die Innenpfannen herausgenommen und die Rohre so zusammengerückt, daß ein gewöhnlicher, liegender Verdampfkörper von Kofferform entsteht, in welchem die Safthöhe 120 cm beträgt, und möge außerdem der in demselben enthaltene Saft Dicksaft von 60° Bx. = 1,29 spez. Gewicht sein, so beträgt der mittlere Druck, den der Saft auf die sich entwickelnden Dampfblasen ausübt, dem einer Wassersäule von $60 \times 1{,}29 = 77{,}4$ cm oder, da das spez. Gewicht des Queckſilbers 13,56 beträgt, dem einer Queckſilberſäule von 5,7 cm.

Diese Zahl ist von der Luftleere, welche das Vakuummeter anzeigt, abzuziehen, wenn man diejenige Druckverminderung finden will, unter welcher der betr. Saft in Wirklichkeit siedet. Beträgt also erstere 61 cm (die Vakuummeter beziehen sich immer auf Queckſilber), so würde letztere $61 - 5{,}7 = 55{,}3$ cm betragen.

Verteilt man jedoch den Saft, wie dies hier der Fall ist, auf drei Pfannen, so beträgt der mittlere Druck des Saftes auf die Dampfblasen nur $^1/_3$ von 5,7, also 1,9 cm, oder die, sagen wir wirkliche Luftleere $61 - 1{,}9 = 59{,}1$ cm; man verdampft also beim Innenpfannenapparat in Wirklichkeit mit einer Luftleere, die um 3,8 cm höher ist, als beim gewöhnlichen Verdampfapparate.

Der Einfachheit wegen haben wir dabei den Querschnitt des von Saft erfüllten Raumes als rechteckig angenommen, weil hierbei die mittlere Druckhöhe gleich ist der Hälfte der ganzen Höhe. Bei kreisförmigen Apparaten ist die Berechnung derselben komplizierter. Bei diesen ist die mittlere Druckhöhe gleich dem Maße, um welches der Schwerpunkt des vom Safte erfüllten Kreisabschnittes unter der Saftoberfläche liegt.

Die Innenpfannenapparate waren früher sämtlich von kreisförmigem Querschnitte, seit jedoch das Jelinek'sche Patent erloschen ist, werden sie, wie Fig. 168 zeigt, in Kofferform gebaut, was insofern eine Verbesserung ist, als dadurch die Sicherheit gegen das Überreißen von Saft vergrößert wird.

10. Dreikörperapparate.

In manchen Fabriken fand man früher und findet man vielleicht noch Verdampfapparate, welche aus drei Körpern bestehen, dennoch aber nicht eigentlich Dreikörperapparate sind. Anstatt nämlich den Saftdampf eines Dünnsaft-Apparates in einem Dicksaftapparate zu verwenden, stellte man früher häufig zwei kleinere Dünnsaftkörper auf, die ihren Brüden gemeinsam in die Dampfkammer eines Dicksaftkörpers gehen ließen; der Dampf wurde also nur zweimal ausgenutzt.

Ein wirklicher Dreikörperapparat, bei welchem die Wärme dreimal benutzt wird, läßt sich in jeder Form, mit stehenden oder liegenden Verdampfkörpern zusammenstellen und braucht in seinen weiteren Einrichtungen sich nicht vom Zweikörperapparate zu unterscheiden, mit der Ausnahme, daß zwischen den Dünnsaft- und den Dicksaftkörper noch ein weiterer Körper eingeschoben wird, in dessen Heizraum der Brüden des ersten Körpers tritt, während der zweite seine Brüden an den Heizraum des dritten Körpers abgiebt. Ein solcher Apparat ist in Fig. 169 und 170 dargestellt. Die drei Verdampfkörper desselben haben zusammen 1963 Heizröhren mit 500,23 qm Heizfläche. Der lichte Durchmesser der gleich weiten Verdampfkörper beträgt 2160 mm, die Höhe ihres cylindrischen Teiles, vom Ansatze des runden Oberteils bis zum Bodenansatze gemessen, 3400 mm. Der Dom hat 900 mm Durchmesser, die von einem Körper zum Heizraume des anderen führenden Dampfröhren haben 400 mm lichte Weite; der Übersteiger hat einen Durchmesser von 925 mm. Das den Retourdampf zuleitende Ventil hat eine Öffnung von 250 mm.

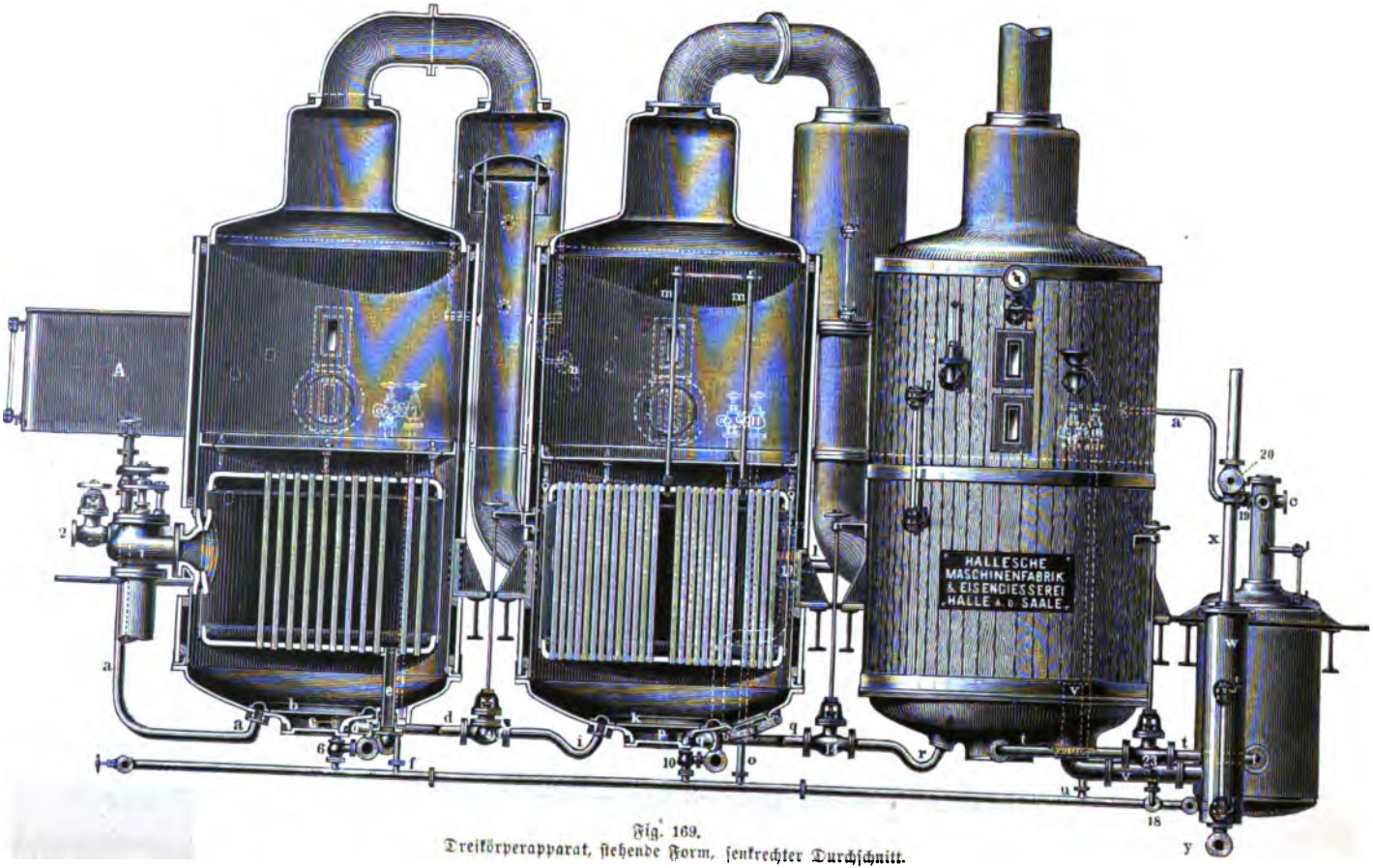


Fig. 169.
Dreikörperapparat, stehende Form, senkrechter Durchschnitt.

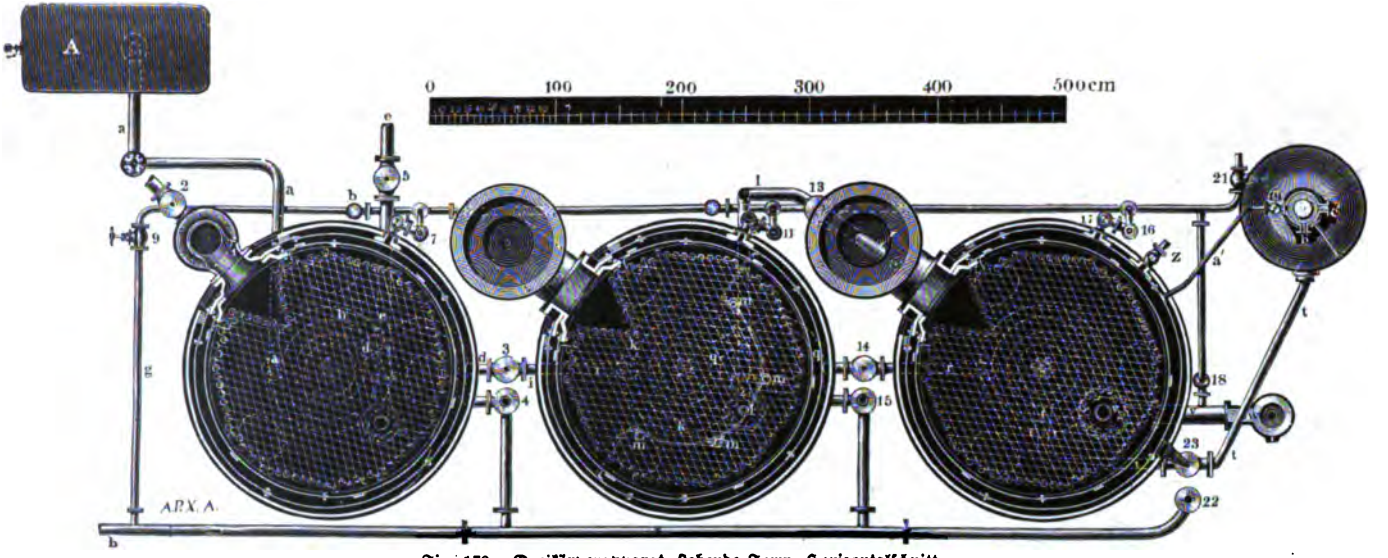


Fig. 170. Dreikörperapparat, stehende Form, Horizontalschnitt.

Am ersten Körper:
1 **Ventil für den Retourdampf.**
2 **Ventil für direkten Dampf.**
3 Ueberziehventil zum zweiten Körper.
4 Ablaßventil für Spülwasser.
5 Ventil der Kondensationswasserleitung zum Dampfsammler.
6 Eckventil zum Einlassen von Wasser in den Heizraum, um denselben auf Dichtigkeit zu prüfen.
7 Einziehventil für Spülwasser.
8 Einziehventil für Säure beim Reinigen.
9 Probierwasserabflußventil aus der Rohrkammer.
a Einzugsrohr für den Dünnsaft vom Reservoir A.
b Geschlitzte Rinne zur Verteilung des Saftes.
c **Ausflußöffnung des Saftes.**
d **Überziehrohr d. Saftes z. zweit. Körper.**
e Kondenswasserabfluß z. Dampfsammler.
f Einzugsrohr für Spülwasser.
g Probierwasserabfluß aus der Rohrkammer.
h Wasserablauf
Am zweiten Körper:
10 Eckventil z. Probieren der Rohrkammer.
11 Einziehventil für Spülwasser.
12 Einziehventil für Säure.
13 Ventil zur Überführung des Brüdenwassers in den Heizraum d. dritten Körpers.
14 Überziehventil zum dritten Körper.
15 Ablaßventil für Spülwasser.
i Safteintritt vom ersten zum zweiten Körper.
k Geschlitzte Verteilungsrinne.
l Brüdenwasserabfluß zum dritten Körper.
m Vier Ammoniakrohre.
n Saftabfluß aus dem zwischen dem ersten und zweiten Körper befindlichen Uebersteiger in den zweiten Körper.
o Einzugsrohr für Spülwasser.
p Ueberziehrohr des Saftes zum dritten Körper.
q Ausflußöffnung des Saftes.
Am dritten Körper:
16 Einziehventil für Spülwasser.
17 **Einziehventil für Säure.**
18 **Eckventil zum Probieren der Rohrkammer.**
19 **Eckventil einer Luftleitung v. Saftheber zum dritten Körper z. Evakuierung** d. Saftthebers.
20 Ventil zwischen Brüdenwasserabscheider und Kondensator.
21 Hauptventil der Wasserleitung.
22 Wasserausgang aus dem Apparate.
23 Saftabzugsventil vom dritten Körper zum Saftheber.
r **Safteintritt vom zweiten in den dritten Körper.**
s **Verteilungsrinne.**
t Saftabzugsrohr für den Dicksaft zum Saftheber.
n Spülwasserrohr.
v Leitung des Brüdenwassers zum Wasserscheider.
w Wasserscheider.
x Brüdenrohr vom Wasserscheider zum Kondensator.
y Verbindungsrohr zur **Brüdenpumpe.**
z Rückflußrohr des Saftes vom Hodek'schen Saftfänger.
a' Luftrohr vom Saftheber zum dritten Körper.
b' **Dampfdruckrohr am Saftheber.**
c' Steigrohr vom Saftheber zum Dicksaftreservoir.

Der Heizraum der Verdampfkörper ist hier eine in dem Saftraume hängende Kammer, von 2000 mm Durchmesser und 1365 mm Höhe, die durch Schraubenbolzen an einem starken, sich rings um die Innenfläche des Saftraumes ziehenden Winkeleisen befestigt ist. Es kommt somit außer den vielen 55 mm weiten Röhren hier auch der Mantel der Kammer als Heizfläche zur Geltung. Besonders vorteilhaft erweist sich diese Anordnung aber auf die Bewegung des Saftes. Der unten zugeleitete Saft steigt durch die Röhren in die Höhe, in den oberen Saftraum, um dann beim Kochen in dem 72 mm weiten, ringförmigen Raume, welcher zwischen dem Mantel der Heizkammer und dem cylindrischen Saftraume verbleibt, wieder herabzusinken; der gleiche Kreislauf wiederholt sich, so lange die Verdampfung in den drei Körpern dauert.

Die Verteilung des in die einzelnen Körper eintretenden Saftes erfolgt hier auf eine besondere Weise. Das Zuleitungsrohr des Dünnsaftes sowohl, wie die Überziehröhre im zweiten Körper, wie auch die im dritten Körper, mündet in eine an den unteren Seitenteil des betreffenden Körpers sich anlegende Rinne, die nach der Innenseite des Körpers einen engen Schlitz hat. Aus diesem Schlitze tritt der Saft als dünnes kreisförmiges Band und mischt sich daher leicht und vollkommen mit dem in lebhaftem Aufwallen begriffenen vorhandenen Safte.

Das im Heizraume des ersten Körpers verdichtete Wasser wird direkt in einen Dampfsammler und Wasserscheider abgeführt. Das aus dem Brüden verdichtete Wasser des zweiten Körpers wird dagegen, um seine Wärme noch auszunutzen, in den Heizraum des dritten Körpers hinübergezogen und geht mit dem Brüdenwasser des dritten zum Wasserscheider.

Besser noch ist es, das Brüdenwasser eines jeden der beiden letzten Apparate für sich ablaufen zu lassen. Es kann dies, ohne jede komplizierte Einrichtung, durch einfache Rohre geschehen, die sich aus denselben Gründen, wie die das Wasser von den Kondensatoren abführenden Rohre, mit ihrem unteren Ende stets unter Wasser befinden müssen. Die in der Dampfkammer eines jeden der beiden Apparate herrschende Luftleere ist annähernd so groß, wie die im Saftraume des vorhergehenden vorhandene. In der Dampfkammer des Mittelsaftkörpers werden also 10 cm Luftleere sein, wenn der Dünnsaftkörper so viel hat, und dem entsprechend wird in der Dampfkammer des Dicksaft-

körpers eine Luftleere von etwa 36 cm herrschen. Tauchen nun die Brüdenwasserrohre in Wasser ein, so wird in denselben während des Betriebes eine der Luftleere entsprechende Wassersäule stehen, nämlich beim Mittelsaftkörper eine solche von 13,56 (spez. Gewicht des Quecksilbers) × 10 (Luftleere des Dünnsaftkörpers) = 135,6 cm, beim Dicksaftkörper eine solche von 13,56 × 36 = 489,16 cm.

Den Ablaufrohren für das Brüdenwasser muß man mindestens eine solche Länge geben, daß während des Betriebes die Wassersäule nicht bis in die Dampfkammer treten kann, weil dadurch ein Teil der Heizfläche außer Thätigkeit gesetzt werden würde. In der Praxis macht man sie daher etwa 6 m lang. Wo die Apparate, wie wohl meistens, nicht hoch genug stehen, um die Aufstellung des Bassins, in welches sie eintauchen, zu ebener Erde zu gestatten, läßt man dasselbe in Form einer 50 bis 60 cm weiten, unten geschlossenen Röhre in die Erde ein und hält das Niveau des sich in demselben ansammelnden Wassers durch eine Pumpe so niedrig, daß zwischen demselben und dem Boden des Apparates etwa $5^1/_2$ m liegen. Als Pumpen verwendet man für dieses heiße Wasser am besten solche mit Kautschukklappen. Das Brüdenwasser geht zunächst in den Wassersammler, (s. am Schlusse dieses Abschnittes) aus welchem es durch die sogen. Speisepumpen in die Dampfkessel befördert wird.

Die stets Ammoniak enthaltenden Brüdendämpfe haben die Eigenschaft, das Kupfer und Messing der Heizröhren stark anzugreifen und zwar zeigen sich diese Ätzungen immer am stärksten an dem obersten Teile der Röhren. Man führt diese Erscheinung, obwohl mit Unrecht, auf das geringere spezifische Gewicht des Ammoniakgases zurück und hat verschiedene Einrichtungen getroffen, um das Ammoniak aus dem oberen Teile der Heizkammern fortzuschaffen. Hier geschieht dies, indem in die Deckplatte der Heizkammern des zweiten und dritten Körpers je vier enge, beiderseitig offene Röhren eingefügt sind, die einen geringen Teil des Brüdens der Heizkammer in den Brüdenraum des gleichen Körpers emporsteigen lassen und damit das Ammoniak aus der Heizkammer entfernen sollen (s. auch „Vorwärmer").

Die Anordnung dieser sogenannten Ammoniakrohre hat jedoch eine wesentlich andere Bedeutung, als bislang angenommen ist. Das Ammoniak an sich ist, wie von Pauly nachgewiesen ist, ohne jede Wirkung auf Kupfer und Messing, es greift diese Metalle nur bei gleichzeitiger

Anwesenheit von Luft an und hieraus ergiebt sich in der einfachsten Weise die Erklärung für das Zerfressenwerden der Messingrohre der Verdampfapparate. In die Heizräume dringt, durch nie zu vermeidende kleine Undichtigkeiten, Luft ein, deren Sauerstoff dann in Gemeinschaft mit dem Ammoniak seine zerstörende Wirkung ausübt. Sind die Apparate in einem Jahre einmal weniger dicht, so zeigt sich der Notstand am größten. Man sollte daher seine Apparate recht regelmäßig auf Undichtheiten prüfen. Die sogenannten Ammoniakrohre haben weiter keine Wirkung, als daß sie einer Ansammlung von Luft im Heizraume vorbeugen.

Die Bedeutung der Bezeichnungen der einzelnen Teile des Apparates ist S. 421 angegeben. Alle übrigen Armaturteile: Saftstandsgläser, Thermometer, Vakuummeter, Augengläser, Beleuchtungsgläser, Mannlöcher, Butterhähne ergeben sich aus den Zeichnungen von selbst.

11. Mehrkörperapparate.

Gerade so wie man durch Einschaltung des dritten Körpers zu einer mehrfachen Benutzung der Wärme kommt und damit die oben S. 373 angegebenen Vorteile erreicht, so kann man auch einen vierten und fünften Körper in die Reihe der Verdampfapparate einschalten, vorausgesetzt, daß das Temperaturgefälle von Apparat zu Apparat genügend groß bleibt. Dieses System ist zuerst von Rillieux eingeführt und namentlich in französischen und österreichischen Fabriken zur Anwendung gebracht und später von Pauly weiter ausgebildet. Das Pauly'sche Verfahren erscheint von so großer Bedeutung, daß wir die Mitteilungen des Erfinders in seinen eigenen Worten wiedergeben.

Die in der Zuckerfabrikation erforderlichen Dämpfe müssen je nach ihrer Verwendung zweierlei Art sein, und zwar:

1. Dämpfe von hoher Spannung zum Betriebe der Kraftmaschinen, und

2. Dämpfe zum Kochen und Verdampfen der Säfte mit niederer (1 bis 2 Atmosphären) Spannung.

Bei den Dämpfen erster Art kommt zunächst ihre Spannung, bei denen der zweiten Art dagegen ihre Dampfwärme in Betracht. So sind z. B. um 1 kg Wasser von 0^0 in Dampf von 4 Atmosphären Spannung, mit einer Temperatur von 152^0 C., 653 Wärmeeinheiten

erforderlich, während zur Erzeugung von derselben Dampfmenge von 1,5 Atmosphären Spannung nur 645 Wärmeeinheiten nötig sind. Es bleiben somit im letzten Falle, bei Verwendung des Dampfes lediglich zu Kochzwecken, noch 545 Wärmeeinheiten verfügbar, bei der Annahme, daß das verdichtete Wasser eine Temperatur von 100° C. besitze.

Nun lehrt aber der Augenschein, und die Praxis bestätigt es, daß es viel leichter ist, Dampf von geringerer Spannung, als solchen von hoher Spannung zu erzeugen, weil man im letzteren Falle genötigt ist, das ganze Kesselsystem in einer höheren Temperatur zu halten, was naturgemäß einen größeren Wärmeverlust in den Heizgasen zur Folge hat. Außerdem genügt für alle Kochzwecke, wenn nur die Heizflächen der Kochapparate entsprechend gewählt werden, die niedere Dampfspannung von 1 bis 1,5 Atmosphären Überdruck für alle Fälle. Es geht daher aus dem Angeführten hervor, daß es schon an und für sich vernunftgemäß ist, abgesehen von einer mehrmaligen Benutzung der Wärme beim Kochen und Verdampfen, das Kesselhaus der Zuckerfabriken in zwei Teile zu zerlegen, und zwar die eine Hälfte für hochgespannte Dämpfe von über 4 Atmosphären Überdruck zum Betriebe der Dampfmaschinen, und die andere Hälfte für niedrig gespannte Dämpfe von 1 bis 1,5 Atmosphären Überdruck ausschließlich für den Zweck des Anwärmens und Kochens der Säfte.

In den meisten Zuckerfabriken verwendet man zum Anwärmen der Rübensäfte, zum Verkochen im Vakuum, sowie auch vielfach zur Verdampfung, hochgespannten Kesseldampf von etwa 4 Atmosphären Überdruck mit den Retourdämpfen der Maschinen gemischt. Dieses ist schon an sich unrichtig, da für alle diese Fälle Dämpfe von 1 bis 1,5 Atmosphären Überdruck völlig genügen würden, selbst bei den gewöhnlich vorhandenen Heizflächen. Wenn man aber diese bisher zu Koch- und Heizzwecken verwandten Dämpfe zuvor dazu verwendet, um aus den Rübensäften Wasser zu verdampfen, und die Verhältnisse so einrichtet, daß die aus dem Safte entwickelten Dämpfe eine Spannung von 1 bis 1,25 Atmosphären Spannung haben, so kann man diese so erzeugten Dämpfe mit Vorteil für sämtliche Anwärm-, Heiz- und Kochzwecke, insbesondere aber auch zum Verkochen des Dicksaftes auf Korn, im Vakuum, benutzen. Es wird somit ein der gesamten für die Anwärme- und Kochzwecke erforderlichen Wärmemenge entsprechendes Quantum Wasser kostenlos verdampft.

Es ließe sich diese Verdampfung auf noch einfachere Weise erreichen, wenn man die geschiedenen Rübensäfte zur Speisung der Dampfkessel verwenden würde, jedoch hat die Erfahrung die Unzulässigkeit dieses Verfahrens erwiesen, da eine Überhitzung der Säfte in dem unmittelbar vom Feuer bespülten Kessel nicht zu vermeiden ist. Dagegen ertragen die geschiedenen Säfte sehr wohl eine Temperatur von 120 bis 125°, wenn sie dieser Temperatur nicht allzulange ausgesetzt werden, ja es ist sogar vorteilhaft, die schwach alkalischen Säfte eine kurze Zeit auf dieser Temperatur zu erhalten, weil hierbei unter der Einwirkung des Kalkes eine Menge von stickstoffhaltigen Körpern unter Abspaltung von Ammoniak zersetzt werden. Die Beschaffenheit der aus solchen Säften gewonnenen Füllmassen ist entschieden eine kürzere und das Korn wird kräftiger und glänzender, als wenn der Saft nicht auf so hohe Temperatur erwärmt wird.*)

Für die Zwecke der Verdampfung nach Pauly's System ist eine, in jedem Einzelfalle besonders zu erwägende Anzahl von Kesseln abgetrennt und mit einer besonderen, einzig zum Saftdampferzeuger führenden Rohrleitung versehen. Diese Kessel werden auf einer Spannung von nur 1,5 bis 2 Atmosphären Überdruck gehalten, je nach der Heizfläche, welche im Saftdampferzeuger, dem sogenannten Pauly'schen Saftkocher, zur Verfügung steht, und die ausreichend groß bemessen sein muß. Um den Dampf im Heizraume des Saftdampferzeugers zu spannen und nur Wasser zu entlassen, ist hinter der Heizkammer ein passend eingerichteter Schwimmertopf angebracht. Gestatten es die Niveauverhältnisse, so ist es vorteilhaft, das verdichtete Wasser aus dem Schwimmertopfe unmittelbar wieder in die Dampfkessel zurücklaufen zu lassen ohne Anwendung einer Speisepumpe. Das Wasser macht dann nur einen Kreislauf und kehrt, nachdem es seine Dampfwärme an den Saftdampferzeuger abgegeben hat, ohne jeden Wärmeverlust, in die Kessel zurück, die, da sie auf diese Weise mit völlig reinem Wasser gespeist werden, nie Kesselstein ansetzen. Der Pauly'sche Saftkocher selbst besteht aus einem entsprechend starkgebauten, gewöhnlichen Verdampfapparate, am besten mit stehendem Rohrsysteme und besitzt zur Verminderung etwaigen zufälligen großen Druckes ein

*) Dies entspricht ganz der vom Verf. aufgestellten Theorie von den Vorteilen und der Notwendigkeit einer möglichst vollkommenen Zersetzung der zersetzbaren Nichtzuckerstoffe in der Scheidung.

genügend großes Sicherheitsventil, durch welches ein etwa vorhandener Überschuß von Dampf entweder in die freie Luft oder besser in einen Dampfsammler ausblasen kann. Der geschiedene Saft wird mittels einer Art Kesselspeisepumpe in den Saftdampferzeuger hineingedrückt, nachdem er zuvor durch einen eigentümlich eingerichteten sogenannten Wärmeregulator gegangen ist. Das Sieden findet gewöhnlich bei einer Temperatur von 121° C. entsprechend einer Atmosphäre Überdruck statt. Man kann die Temperatur aber auch ohne Schaden auf 125° C. oder 1,25 Atmosphären Überdruck steigern. Das Verdampfen vollzieht sich in dem Apparate, der mit großen Schaugläsern versehen ist, in völlig ruhiger Weise, ohne Stoßen oder Überschäumen, welches auch dann nicht eintritt, wenn plötzlich eine stärkere Dampfentnahme durch Öffnen eines Heizventils erfolgt.

Die entwickelten Saftdämpfe werden von dem Saftkocher durch eine besondere Dampfleitung in der Fabrik verzweigt und zu folgenden Zwecken verwendet:

1. Zum Anwärmen der Diffusion.
2. Zum Anwärmen eines zweiten Rohsaftvorwärmers.
3. Nötigenfalls zur ersten Saturation.
4. Zum Aufkochen des Saftes in der zweiten Saturation.
5. Zu den Nachkochkasten.
6. Wenn noch mit Knochenkohle gearbeitet wird, zum Kochen der Kohle in den Eißfeld'schen Apparaten.
7. Zum Abdämpfen der Kohlenfilter.
8. Zum Kochen im Vakuum.

Hierbei sei noch bemerkt, daß das erste Anwärmen des Rohsaftes bis auf etwa 65° C. in einem zwischen dem zweiten und dritten Verdampfkörper des Verdampfapparatsystemes eingeschalteten Vorwärmer geschieht.

Um die durch diese Methode erzielte Dampfersparnis zu bestimmen, hat Pauly den zuverlässigeren und der theoretischen Berechnung an Zuverlässigkeit überlegenen Weg der direkten Messung der in den einzelnen Koch- und Heizapparaten verdichteten Wassermengen eingeschlagen.

Als Grundlage der Bestimmungen dient die Messung derjenigen Wassermenge, welche in der Heizkammer des Saftdampferzeugers aus dem Heizdampfe verdichtet wird. Die Messungen wurden wiederholt und zu verschiedenen Zeiten, immer aber bei normalem Betriebe, vorgenommen und in der Weise ausgeführt, daß das gesamte verdichtete

Wasser in zwei sich abwechselnd füllenden Behältern genau gewogen wurde. Als Mittel dieser Versuche ergab sich bei einer täglichen Verarbeitung von 3000 metr Rüben in der Stunde eine Wassermenge von 6737,5 kg, so daß sich der Dampfverbrauch auf 53,9 kg für 100 kg Rüben stellte. Hierbei ist noch zu bemerken, daß die Nachkochkasten zur Zeit der Versuche mit direktem Kesseldampfe gespeist wurden. Es entsprechen somit obige 53,9 kg Dampf derjenigen Menge, deren Wärme zweimal benutzt wird.

Bezeichnet nach bekannten Formeln:

t_0 die Temperatur des Dünnsaftes beim Eintritte in den Saftdampferzeuger = 108,9 ° C.

t_1 die Temperatur in demselben (Siedetemperatur) = 121,5 ° C.

t_2 die Temperatur des Heizdampfes = 129 ° C., entsprechend 1,5 Atmosphären,

ϱ die Dampfwärme, welche der Heizdampf bei seiner Verdichtung an die Heizfläche des Saftdampferzeugers abgiebt,

λ die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 kg Wasser von t_0 des eintretenden Saftes in Saftdampf von t_1 zu verwandeln, so ist

$$\varrho = 607 - 0{,}7\ t_2$$
$$\lambda = 607 + 0{,}3\ t_1 - t_0$$

und entspricht der Quotient

$\frac{\varrho}{\lambda}$ der Menge des durch den Heizdampf verdampften Wassers.

Mithin ist in unserem Falle

$\varrho = 607 - (0{,}7 \cdot 129) = 516{,}7$ Wärmeeinheiten.

$\lambda = 607 + (0{,}3 \cdot 121{,}5) - 108{,}8 = 534{,}7$ Wärmeeinheiten.

Es ist daher:

$$\frac{\varrho}{\lambda} = \frac{\text{Heizdampf}}{\text{Saftdampf}} = \frac{516{,}7}{534{,}7} = 0{,}966.$$

Es soll dagegen angenommen werden, daß der Heizdampf von 129 ° C. sich zu Wasser von 125 ° C. abkühle, da in der Heizkammer des Saftdampferzeugers nur eine Spannung von 1,25 Atmosphären, entsprechend einer Temperatur von 125 ° C. herrscht.

Es werden daher nicht 516,7 Wärmeeinheiten, sondern

$516{,}7 + (129 - 125) = 520{,}7$ Wärmeeinheiten abgegeben.

$\frac{\varrho}{\lambda}$ wird dadurch $\frac{520{,}7}{534{,}7} = 0{,}974$,

d. h. 1 kg Heizdampf erzeugt im Saftdampferzeuger 0,974 kg Saftdampf.

Es werden somit aus obigen 53,9 kg Heizdampf 53,9 × 0,974 = 52,5 kg Saftdampf von einer Atmosphäre Überdruck erzeugt.

Von diesem Saftdampfe sind verbraucht auf Grund der Messungen des verdichteten Wassers:

1. In der Diffusion	7,38 kg
2. Im zweiten Rohsaftvorwärmer, von 65 ° C. auf 90 ° C.	4,94 „
3. Zum Kochen	23,00 „
4. Zweite Saturation, Knochenkohlenstation und sonstiges	17,18 „
Im ganzen	52,50 kg

Der zwischen dem zweiten und dritten Verdampfkörper eingeschaltete erste Rohsaftvorwärmer bringt den Saft von 100 kg Rüben, mit 140 l angenommen, von 25 ° C. auf 65 ° C., hierzu sind erforderlich 140 × 40 = 5600 Wärmeeinheiten für 100 kg Rüben. Nach der weiter unten angeführten Rechnung sind hierzu 10,6 kg Saftdampf von 80 ° C. erforderlich.

Sämtliche Heizsysteme sind durch geeignet eingerichtete Schwimmertöpfe derart abgesperrt, daß nur Wasser aus denselben abfließen kann. Man erhält bei der Einführung dieses Verdampfungssystemes so viel heißes Wasser, daß die Dampfkessel ausschließlich mit destilliertem, fast siedend heißem Wasser gespeist werden können.

Das Anwärmen der Säfte auf den einzelnen Stationen, besonders aber das Kochen in dem Vakuum geht bei Anwendung von Saftdampf von einer Atmosphäre Überdruck in völlig normaler Weise vor sich, und es ist als ein besonderer Vorzug dieses Systemes gegenüber den Systemen, welche Dämpfe von einigen Zehntel Atmosphären Spannung, oder auch wohl gar solche unter Atmosphärenspannung, zur Anwärmung verwenden, anzusehen, daß die ganze Einrichtung sich in den meisten Fällen ohne erhebliche Vergrößerung der vorhandenen Heizflächen, ohne weite Rohre und weite Ventile in der leichtesten Weise einführen läßt.

Nachdem der Saft durch den Saftdampferzeuger gegangen ist, tritt er in den Dreikörperapparat über und wird hier auf gewöhnliche Weise weiter verarbeitet.

Es dürfte hier am Platze sein, an Hand der Rechnung den nach Einführung des Pauly'schen Systemes erforderlichen Dampfaufwand,

gegenüber der gewöhnlichen Arbeitsweise mit direkter Anwärmung aller Saftstationen und Kochen des Vakuums mit direktem Kesseldampfe, festzustellen. Als Grundlage der Rechnung diene in beiden Fällen die Annahme eines Saftabzuges von 140 l für je 100 kg Rüben bei der Diffusion und diese werden durch die weiteren Zuflüsse von Wasser bei der weiteren Arbeit bei den Schlammpressen u. s. w. so weit verdünnt, daß schließlich 180 l Saft von 11° Bx zur Verdampfung kommen. Diese 180 l Dünnsaft werden im Verdampfapparate auf 42 kg Dicksaft von 45° Bx = 1,233 spezifischen Gewichts eingedampft. Es sind hiernach $180 . \frac{45 - 11}{45} = 136$ Liter Wasser zu verdampfen.

Berechnung der Dampfmenge für eine Zuckerfabrik bei einer täglichen Verarbeitung von 3000 metr Rüben und 300 metr Melasse.

A. Betrieb der Fabrik mit direktem Kesseldampfe von vier Atmosphären Überdruck und Verdampfung im Dreikörperapparate.

Es sind nach den angestellten Messungen und Berechnungen für die Verarbeitung von 100 kg Rüben erforderlich an Dampf:

1.	In der Diffusion	7,38 kg
2.	Im ersten Rohsaftvorwärmer . . .	10,46 „
3.	Im zweiten Rohsaftvorwärmer . .	4,94 „
4.	In der zweiten Saturation . . .	4,90 „
5.	Filtration und Kohlenhaus	12,28 „
6.	Verdampfung unter Verwendung von Maschinendampf von 103° C. . .	46,60 „
7.	Verkochen im Vakuum	23,00 „
	Im ganzen	109,56 kg.

B. Betrieb mit Saftdampf von einer Atmosphäre Überdruck und Vorwärmung des Rohsaftes durch den zweiten Verdampfkörper.

Nach den oben angeführten Zahlen werden im Saftdampferzeuger auf 100 kg Rüben 52,5 kg Wasser aus dem Dünnsafte verdampft, es verbleiben demnach für die Verdampfapparate noch 136 — 52,5 = 83,5 kg Wasser zu verdampfen. Der zwischen dem zweiten und dritten Körper eingeschaltete Vorwärmer bringt den Rohsaft von 100 kg Rüben von 25° auf 65° C.; hierzu sind erforderlich 4.140 = 5600 Wärmeeinheiten.

Der Heizdampf des zweiten Körpers hat 551,0 Wärmeeinheiten, wenn er sich auf 80° C. kondensiert. Die Vorwärmung des Rohsaftes erfordert daher

$$\frac{5600}{551} = 10{,}16 \text{ kg Saftdampf des zweiten Körpers,}$$

10,16 kg Saftdampf des zweiten Körpers erfordern zu ihrer Erzeugung $10{,}16 \times 1{,}03 = 10{,}46$ kg Heizdampf des ersten Körpers. Die 10,46 kg den Kesseln entnommener Dampf verdampfen bis zu ihrer Kondensation mit zweifacher Wirkung:

$$10{,}46 \times (0{,}962 + 0{,}971) = 10{,}46 \times 1{,}933 = 20{,}23 \text{ kg Saftwasser.}$$

Es verbleiben demnach mit dreifacher Wirkung zu verdampfen:

$$83{,}5 - 20{,}2 = 63{,}3 \text{ kg Saftwasser.}$$

1 kg Heizdampf des ersten Körpers verdampft bei dreifacher Wirkung:

$$0{,}963 + 0{,}971 + 0{,}982 = 2{,}916 \text{ kg Saftwasser.}$$

Die Verdampfung obiger 63,3 kg Wasser gebraucht daher bei dreifacher Wirkung:

$$\frac{63{,}3}{2{,}916} = 21{,}6 \text{ kg Heizdampf.}$$

Der Dampfverbrauch an Kesseldampf stellt sich somit folgendermaßen:

Saftdampferzeuger		53,90 kg
Verdampfapparat	10,46 + 21,6 .	32,06 „
	Im ganzen	85,96 kg

Es sind somit bei Anwendung des Pauly'schen Systems 23,6 kg oder 21,5 Prozent zu ersparen. Zieht man weiter noch in Betracht, daß die Temperatur des Speisewassers, bei Einrichtung des Saftdampferzeugers 95° C. beträgt, während das Speisewasser bei dem gewöhnlichen Apparate nur eine Wärme von 45° (?)*) C. hat, so ergiebt sich ein weiterer Gewinn von 3234 Wärmeeinheiten auf 100 kg Rüben, welche wieder 5,39 kg Dampf entsprechen.

Hierdurch würde sich die Ersparnis auf 25,2 Proz. des Heizdampfes erhöhen, was einer Kohlenersparnis in gleicher Höhe entspricht. Thatsächlich hat die Praxis durch die erzielte Kohlenersparnis diese Rechnung vollkommen bestätigt. In der unter der Leitung Pauly's

*) Verf. giebt diese Zahl nach der vorigen Auflage, bemerkt dazu jedoch, daß sein Speisewasser auch ohne Saftkocher eine Wärme von 90—100° C. besaß. Wie Stohmann auf 45° kommt, ist dem Verf. nicht klar, da doch das kälteste Apparatwasser, das vom Dicksafttörper, noch 60° C. hat.

stehenden Fabrik betrug der für Kohlen erforderliche Aufwand für 100 kg Rüben vor Einführung des neuen Verfahrens 16 Pfennige, während er sich nach Einführung des Verfahrens auf 12 Pfennige ermäßigte.

Man ersieht aus den gemachten Ausführungen, daß die Einrichtung des Saftdampfverfahrens eine genaue Erwägung der einschlägigen Verhältnisse des Dampfverbrauches bedingt. Es lassen sich daher die gegebenen Verhältnisse nicht ohne weiteres auf die anderer Fabriken anwenden. Ein Punkt, welcher in erster Linie in Erwägung zu ziehen, ist die Menge des durch die Dampfmaschine gelieferten Retourdampfes. Der Nutzen der Anwendung gespannter Saftdämpfe wird sofort hinfällig, wenn man wegen Überschusses an Retourdampf genötigt ist, letzteren zum Dache hinauszulassen. Es ist daher vor allem bei der Einrichtung des Saftdampfverfahrens Hand an die Verbesserung der Steuerungen der Dampfmaschinen zu legen und durch dieselbe die Erzeugung des Retourdampfes zu vermindern.

Wie groß der Dampfverbrauch schlecht eingerichteter Dampfmaschinen ist, zeigt die Erfahrung, daß zur Erzeugung einer Pferdekraft bei Dampfmaschinen mit voller Cylinderfüllung etwa 40 kg Dampf, bei solchen mit Expansionssteuerungen dagegen höchstens 20 kg Dampf auf eine Pferdekraft und Stunde erforderlich sind. Jedenfalls ist es vorteilhafter, den Dampf immer an erster Stelle zu verwenden, da für die Maschinen Dampf von hoher Spannung, vier Atmosphären und mehr, erforderlich ist, während zur Verdampfung $1^1/_2$ bis 2 Atmosphären Überdruck genügt. Es wird daher bei dem alten Verfahren eine große Menge von Dampf unnütz und mit hohen Kosten auf die große Spannung gebracht.

Dieser wichtige Umstand ist bisher bei der Anlage der Dampfmaschinen in Zuckerfabriken zu wenig berücksichtigt worden und diese Fabriken leiden jetzt, wo man die mehrfache Wiederbenutzung der für die Verdampfapparate erforderlichen Wärmemenge mit Erfolg eingeführt hat, an einem Überschusse an Retourdämpfen, die sie nicht zu bewältigen vermögen.

Hierzu kommt vor allem noch der Übelstand, daß man, um wenigstens dem ersten Verdampfkörper zur Erzielung der für die Anwärmung der Säfte benötigten höheren Temperaturen eine Spannung von 0,3 bis 0,5 Atmosphären Überdruck zu geben, genötigt ist, die Rückdämpfe der Maschine mit einer Gegenspannung von 0,75 bis

1 Atmosphäre Überdruck zu belasten, ein Verfahren, welches den ersten und elementarsten Gesetzen der Konstruktion der Dampfmaschinen widerspricht. Denn abgesehen davon, daß man gezwungen ist, um den nötigen Krafteffekt zu erzielen, das Kesselsystem unter einer bis um eine Atmosphäre höheren Spannung als nötig zu halten, gebraucht man auch eine der Gegenspannung entsprechende Menge Dampf beim Maschinenbetriebe mehr, die man ohnedies noch, ohne jeden Nutzen für das Kochen, zuvor auf den höheren Druck hat bringen müssen. So gebraucht, wie leicht einzusehen, eine mit Expansion und vier Atmosphären Überdruck arbeitende Dampfmaschine ohne Gegenspannung nur drei Viertel des Dampfes, gegenüber einer mit Gegenspannung von einer Atmosphäre Überdruck arbeitenden. Es werden somit 25 Proz. des ganzen Maschinendampfes, gewissermaßen als direkter Kesseldampf, in die Verdampfapparate eingeführt. Dieser Überschuß an Kesseldampf läßt sich in viel vorteilhafterer Weise verwenden, wenn man einen besonderen, mit niedrig gespanntem Dampfe gespeisten Saftdampferzeuger in der vorher beschriebenen Weise, unabhängig von den Verdampfapparaten, einführt.

12. Schwager's Rieselapparat. (D. R.-P. 53 043, 55 453, 58 599.)

Hat man bei dem S. 412 beschriebenen Apparate von Wellner-Jelinek und bei dem Innenpfannenapparate von Müller (s. S. 416) die Höhe der zu verdampfenden Flüssigkeitsschicht bereits bedeutend verringert gegenüber den Apparaten mit stehenden Röhren, um dadurch eine möglichst ruhige und leichte Verdampfung zu haben, so ist Schwager bei der Konstruktion seines Verdampfappates noch viel weiter gegangen. Bei diesem Apparate ist ein stehendes Rohrsystem vorhanden. Die Röhren nehmen aber nicht den Saft, wie beim gewöhnlichen Apparate, sondern den Dampf auf, und es wird der zu verdampfende Saft durch ringförmige Schlitze, welche die Dampfröhren umgeben, in ganz dünner Schicht über die Heizröhren verteilt, so daß derselbe an den Außenwandungen der Röhren herabrieselt. Da hier die Höhe der Flüssigkeitsschicht verschwindend klein, dagegen die Oberfläche sehr groß ist, so muß die Verdampfung sich unter günstigsten Bedingungen vollziehen. Selbstverständlich läßt sich der Apparat aus zwei, drei oder beliebig vielen Verdampfkörpern zusammensetzen.

In Fig. 171 ist ein solcher Apparat dargestellt. Zu der hier auf fünffache Wirkung der Wärme eingerichtet gezeichneten Verdampfanlage gehören fünf Verdampfer (1—5), ein Verdichter (z), eine Luftpumpe (v_1), eine Saftpumpe (v_2), eine Dampfwasserpumpe (v_3), bezw. noch eine Gaspumpe (v_4).

Gleiche Teile sind in allen fünf Körpern gleich bezeichnet.

Ein stehendes Rohrsystem ist oben in den Boden c und unten in den Boden b eingedichtet, die dazu gehörigen Rohre a verbinden den unter b befindlichen Heizdampfeintrittsraum d mit dem über c befindlichen Gasaustrittsraume e, zwischen welchen der von den Rohren a durchsetzte Verdampfungsraum f liegt. In der mit hochgehendem Rande versehenen beweglichen Platte g sind die Stutzen h so angeordnet, daß diese um jedes der Rohre a einen ringförmigen Schlitz offen lassen und mit ihrem oberen Rande sämtlich in einer wagerechten Ebene liegen.

Durch den Stutzen p gelangt die zu verdampfende Flüssigkeit auf den Boden g, über welchem sie bis zu den Rändern der Stutzen h ansteigt, dann über diese ringförmig geschlossen auf die Außenfläche der innen geheizten Rohre a abfließt und an diesen in dünner Schicht auf den Boden b herabrieselt, um von hier durch das Rohr q aus dem Apparate abzufließen.

Der auf dem Rieselwege über die geheizten Rohre aus der Flüssigkeit entwickelte Dampf wird erst von dem Raume f und demnächst von der Querschnittserweiterung f' aufgenommen und von hier durch den Stutzen s aus dem Apparate geleitet.

Der Heizdampf gelangt durch den Stutzen k zuerst in den Raum d und aus diesem in die Rohre a, an deren Wandungen er soviel Wärme abgiebt, wie die Rieselflüssigkeit aufzunehmen vermag, im Verhältnis welcher Wärmeabgabe der Dampf verdichtet wird. Das dadurch gebildete Dampfwasser fließt durch das gebogene Rohr o ab und bildet in diesem einen Wasserverschluß, welcher den Abzug des Heizdampfes aus d durch o in dem Maße verhindert, wie die Widerstände in dem Rohrsysteme a kleiner sind, als in dem Wasserverschlusse o. Die in den Rohren a sich erübrigenden Gase und Restdämpfe steigen in den Raum e und von hier durch den Stutzen l aus dem Apparate.

Der in Körper 1 entwickelte Dampf wird als Heizdampf der Heizkammer d_2 des Verdampfers 2 durch das Rohr t_1 zugeführt u. s. f., so daß der in Körper 4 entwickelte Dampf durch das Rohr t_4 dem

Heizraume d_5 des Körpers 5 als Heizdampf unter Teilgefälle von Druck und Wärme in bekannter Weise zufließt und der in Körper 5 entwickelte Dampf von dem Gegenstromverdichter x verdichtet wird, welchem die nasse Luftpumpe v_1 zugleich die gekühlten Gase und das Kühlwasser absaugt, welchem Zwecke auch eine trockene Luftpumpe und bei vorhandener Fallhöhe ein Fallrohr entsprechen würde.

Die in Körper 1 um die dort verdampfte Wassermenge verminderte bezw. eingedickte Flüssigkeit fließt durch das Rohr q_1 und Stutzen p_2 dem Körper 2 zu und durch diesen, wie bei 1 beschrieben, nacheinander durch die Körper 3, 4 und 5, aus welchem letzteren die Flüssigkeit entsprechend eingedickt von der Pumpe v_2 durch das Rohr q zur weiteren Verwendung abgesogen wird.

Die Vorrichtung q' dient zur Förderung der Flüssigkeit über diejenige Höhe hinaus, um welche die Höhe des Druckunterschiedes von Körper zu Körper durch die Höhe der Rohre a überstiegen wird.

Bei nur zwei- oder dreifacher Wirkung der Wärme, oder bei geringer Höhe der Rohre a fällt die Fördervor-

Fig. 171. Schwager's Riesel-Verdampfapparat.

richtung q' ganz fort, weil dann der vorhandene Druckunterschied zur Förderung genügt. Das Rohr w nimmt durch die Stutzen l die Luft und anderen Gase dem Gassammler e ab und leitet dieselben dem Kühler x zu, aus welchem sie gekühlt durch das Rohr w' zur Pumpe v_4 abfließen.

Man kann auch kürzer das Rohr w' vom Kühler x zur Pumpe v_1 oder das Rohr w zum Verdichter z leiten. Im letzteren Falle wird nicht nur der Kühler x, sondern auch die Luftpumpe v_4 überflüssig.

Zur Bedienung der fünf Verdampfer ist alsdann nur ein Verdichter, eine Pumpe für Luft und andere Gase, eine Pumpe für Dampfwasser und eine Pumpe für die eingedampfte Flüssigkeit erforderlich.

Die Ventile m und n werden so eingestellt, daß sie dem abgestuften Drucke entsprechen.

Bei der Leitung dünner Rieselschichten über die Außenflächen der innen beheizten Rohre findet die Verdampfung an der Oberfläche der Flüssigkeit statt, von welcher der entwickelte Dampf nahezu widerstandslos in den weiten Raum f bezw. f' abziehen kann. Der Druck wird hier dem Mindestwert genähert, weil die Widerstände des Auftriebes, der geringen Schichthöhe entsprechend, nahezu Null und nur diejenigen der Kohäsion zu überwinden sind, so daß die Spannung des Dampfes bei richtiger Bemessung und Konstruktion der Verdichtungsanlage lediglich von dieser bezw. von deren Widerstandshöhe bestimmt wird, welche letztere bei Anwendung von Schwager's Kondensator (s. S. 393) stets weniger als 5 mm Quecksilbersäulendruckhöhe beträgt.

Die Dichte der geringen Flüssigkeitsmengen, welche die einzelnen Heizrohre bedecken, nimmt auf dem Rieselwege über die Rohrfläche stetig zu; mit der Dichte steigt die Siedetemperatur der Flüssigkeit. Das Gefälle, die Übertragung der Wärme und die Verdampfung können daher nur dann in jedem Querschnitte des Verdampfers die gleichen sein, wenn die heizenden und beheizten Stoffe, also Heizdampf und Flüssigkeit in Gegenströmung bewegt werden.

Das geschieht bei dieser Außenrohrverdampfung.

In dem Maße, wie die herabrieselnde, an Dichte und Siedetemperatur zunehmende Flüssigkeit sich dem Abflußboden b bezw. der Dampfeinströmung der Rohre a nähert, begegnet sie stetig zunehmender Heiztemperatur, so daß über die ganze Heizrohrlänge ein bei jedem Querschnitte gleichmäßiges Temperaturteilgefälle vom Heizdampfe zur beheizten Flüssigkeit sich einstellen kann.

Die in jedem Querschnitte dem Höchstwerte angenäherte Wärmeaufnahme der Flüssigkeit ermöglicht eine gleichmäßige Ausnutzung der Heizfläche und hierdurch die höchste Wirkung und Leistung der Konstruktionen, welche nur das Mindestmaß des Teilgefälles erfordern und daher die höchst vielfache Teilung des Gesamtgefälles, also auch das Höchstmaß der Vervielfältigung der Wärmewirkung ermöglichen.

Bei der Eindampfung schaumbildender Flüssigkeit verhindert diese Konstruktion ohne besondere Beanspruchung von Aufsicht und Wartung mit unbedingter Sicherheit den Übertritt von Schaum, schließt also auch jeglichen Verlust an gelöster Substanz der Flüssigkeit aus, weil die Adhäsion der Schaumbläschen an die abwärts rieselnde Flüssigkeit stärker ist, als der Auftrieb der Dämpfe, deren Spannung bei Verdampfung außerhalb der Rohre kleiner ist als im Falle der Innenrohrverdampfung, bei welcher letzteren die Spannung des Dampfes mit der Heizrohrlänge zunimmt.

Als fernerer Vorzug dieser Konstruktion sei hier noch die leichte Zugänglichkeit der Heizfläche erwähnt. Die Heizrohre *a* können in die Böden *b* und *c* nicht sowohl fest eingerollt, wie auch mit Kautschuk u. s. w. eingedichtet werden.

Fig. 172.
Verdampfapparat nach Chapman.

13. Verdampfverfahren Chapman-Claassen.

Beide Erfinder bezwecken die Verdampfung des in dünne Schichten aufgelösten Saftes, wie Schwager, erreichen dieses aber auf wesentlich anderem Wege. Beide behalten die von Dampf umspülten Heizröhren der früheren Apparate bei, erreichen aber die Verteilung des Saftes über die Heizfläche dadurch, daß der Verdampfraum nur so weit mit Saft gefüllt wird, daß der Spiegel der ruhenden Flüssigkeit in den unteren Teil der Heizrohre fällt. In diesem Teile entwickeln sich beim Sieden Dampfblasen, welche größere Mengen von Saft mit in die

Höhe reißen und somit die ganze Heizfläche mit Saft bedeckt halten. Durch diese Verdampfungsmethode werden also zwei Übelstände, welche den stehenden Verdampfapparaten anhaften, beseitigt, nämlich der hohe Saftdruck der kochenden Flüssigkeit auf die Heizfläche und die ungenügende und stoßweise Saftcirkulation.

Der Apparat von Chapman ist in Fig. 172 dargestellt. Er unterscheidet sich von dem Robert'schen Apparate nur dadurch, daß der Verdampfraum nur bis zu der durch die punktierte Linie angedeuteten Höhe mit Saft gefüllt wird. Es findet dann an dem oberen Teile der Innenfläche der Heizrohre sehr lebhafte Verdunstung statt. Um einem Fortreißen von Safttropfen vorzubeugen, ist jedes einzelne Dampfrohr an seinem oberen Ende mit einer Stoßkappe, welche durch federnde Bleche festgehalten wird, versehen. Die fortgerissenen Tropfen prallen gegen die, in Fig. 173 in größerem Maßstabe dargestellte Stoßkappe und fallen in die Flüssigkeit zurück.

Fig. 173.
Stoßkappe zum Verdampfverfahren Chapman-Claassen.

Diese Apparate vereinigen alle Vorteile in sich, die auf die Leistungsfähigkeit hinwirken. Sie besitzen nämlich eine schnelle Abführung des verdichteten Wassers und genügende Bewegung des Heizdampfes, ferner einen niedrigen Saftdruck über der Heizfläche und eine schnelle und gleichmäßige Bewegung des Saftes in den Rohren.

Die Höhe, bis zu welcher Saft in den Heizröhren gehalten werden muß, damit die ganze Heizfläche während des Betriebes mit Saft benetzt wird, läßt sich im voraus nicht bestimmen. Sie ist, nach Claassen, für jeden Apparat, der unter anderen Verhältnissen arbeitet, verschieden, denn sie ist abhängig:

1. von der Menge und dem Volumen der von der Flächeneinheit entwickelten Dampfblasen, und diese sind wieder abhängig:
   a. von dem Transmissionskoeffizienten,
   b. von dem Wärmegefälle,
   c. von den Druckverhältnissen in dem Apparate.
2. von der Zähflüssigkeit der kochenden Flüssigkeit.

Je höher der Transmissionskoeffizient und das Wärmegefälle ist, desto mehr Wasser wird auf ein Quadratmeter Heizfläche dem Gewichte nach

verdampft, und dieses Dampfgewicht nimmt einen um so größeren Raum ein, je größer die Luftleere im Verdampfraume ist. Damit die Dampfblasen aber wirklich Flüssigkeit mit sich reißen, ist es nötig, daß letztere einen gewissen Grad von Zähflüssigkeit besitze. Je größer diese ist, desto länger bleiben die Blasen als solche bestehen und eine desto längere Rohrfläche wird davon benetzt.

In einem Vielkörperapparate der Zuckerfabriken ist nun im letzten Körper die Luftleere am größten und der Grad der Zähflüssigkeit am höchsten, daher wird der Saftstand sich hier niedriger halten lassen als in den vorhergehenden Körpern. In einem Apparate mit stehenden Rohren von 1370 mm Länge kann man bei normalem Safte noch eine volle Benetzung der ganzen Rohrflächen erzielen, wenn der Saftstand im Dicksaftkörper 200 bis 300 mm, im Mittelkörper 300 mm und im Dünnsaftkörper 300 bis 400 mm über der unteren Rohrplatte ist. Im dauernden Betriebe ist jedoch zweckmäßig den Saftstand etwas höher zu nehmen, so daß die Safthöhe im ersten Körper durchschnittlich 400 bis 500 mm, im zweiten 300 bis 400 mm und im dritten 300 mm beträgt.

14. Einige besondere Einrichtungen an Verdampfapparaten.

1. Der Cirkulator: In den Fabriken, in welchen man Maschinen neuester Konstruktion mit sehr geringem Dampfverbrauche besitzt, wird in der Regel der Retourdampf nicht zum Verdampfen des Saftes ausreichen. Man muß dann Kesseldampf zu Hilfe nehmen. Dadurch wird die Spannung im Dampfsammler erhöht und ein Rückdruck auf die Maschinen ausgeübt. Um diesen Übelstand zu vermeiden, verbindet man jetzt in allen neueren Fabriken den Dünnsaftkörper mit einem sogen. Cirkulator (*A.* Fig. 174). Es ist dies ein Apparat ähnlich einem großen, geschlossenen Kalorisator, in dessen Heizraum man Kesseldampf oder Saftdampf vom Pauly'schen Saftkocher einläßt, während der Retourdampf ausschließlich im Heizraume des Verdampfapparates selber Verwendung findet. Der Saftraum des Cirkulators steht durch die Rohre *a* und *b* mit dem des Verdampfapparates in Verbindung; dadurch, daß der Saft in letzterem weniger heiß ist, als in ersterem, findet eine fortwährende Cirkulation statt, daher der Name.

Wie aus der Abbildung ersichtlich, gehen Rückdampf und Kondenswasser des Cirkulators in den Dampfsammler, während das Kondenswasser des eigentlichen Verdampfapparates in den Wassersammler geht.

2. Der Heckmann'sche Schaumabscheider (D. R.-P. 51701) ist in Fig. 175, in einen stehenden Verdampfapparat eingebaut, dargestellt. Derselbe besteht im wesentlichen aus einer Prellkappe *p*, von welcher die in die Höhe geschleuderten Safttropfen aufgefangen und

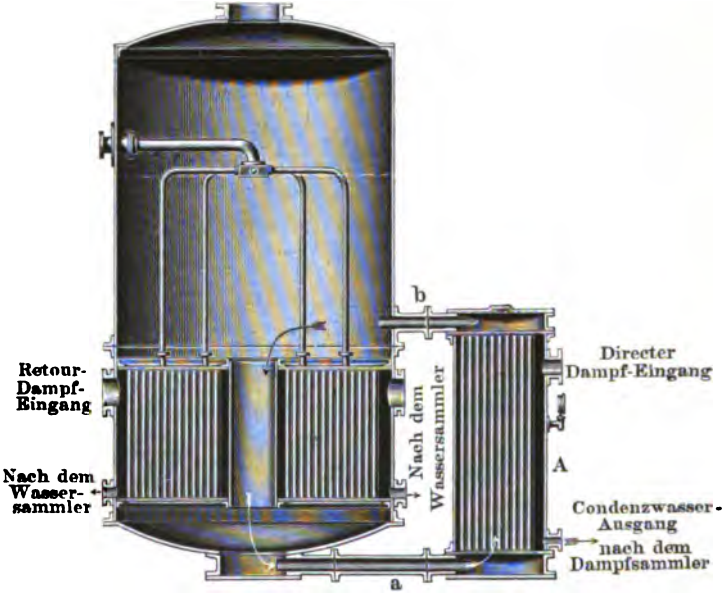


Fig. 174. Verdampfapparat mit Cirkulator (C. Heckmann, Breslau).

zur Seite geschleudert werden. Die Prellkappe kann mittels des Griffes *h*, welcher an der Welle *w* festgemacht ist, von außen gestellt werden. Die richtige Stellung derselben erkennt man daraus, daß das Brüdenwasser keinen Zucker enthält.

3. Der Saftüberlauf von C. Heckmann in Breslau (D. R. G. M.) hat den Zweck, die Beobachtung der Schwere des Dicksaftes während des Abpumpens desselben zu ermöglichen, ohne daß eine Probe entnommen zu werden braucht. In Fig. 176 ist *A* ein Teil des Dicksaftkörpers, *m* das Saftabzugsrohr. Wird, während der Dicksaft ab-

gezogen wird, das Ventil *i* geſchloſſen und Ventil *k* geöffnet, ſo nimmt der Saft ſeinen Weg in der Richtung der Pfeile in das Rohr *o*, aus welchem er durch einen Stutzen abläuft und durch das Rohr *n* von unten in das Spindelgefäß *f* eintritt. Damit dies geſchehe, iſt das Rohr *o* zur Hälfte bis zu zwei Drittel durch ein Stück Blech, welches in den Flantſch *p* eingelegt iſt, geſchloſſen. Das Spindelgefäß *f* iſt ein Teil eines eiſernen Untergeſtelles, auf welchem ein Glascylinder *d* angebracht iſt, und dieſer wiederum iſt mit dem eiſernen Deckel *g* verſchloſſen. Der ganze Apparat wird durch lange Schrauben, die ſenkrecht durch den Rand des Deckels und den des Untergeſtells gezogen ſind, zuſammengehalten. Von der Mitte des Deckels führt ein mit Hahn verſehenes Rohr *e* nach dem luftverdünnten Raume des Verdampfapparates. Über den Rand des Spindelgefäßes *f*, in welchem ein Saccharometer hängt, läuft der Saft in eine im Untergeſtell ausgeſparte Rinne und von da durch die Rohre *b* und *c* nach der Pumpe. Einer noch ausführlicheren Erklärung bedarf wohl dieſer kleine Apparat, der ſich ſchon mehrfach bewährt hat, nicht.

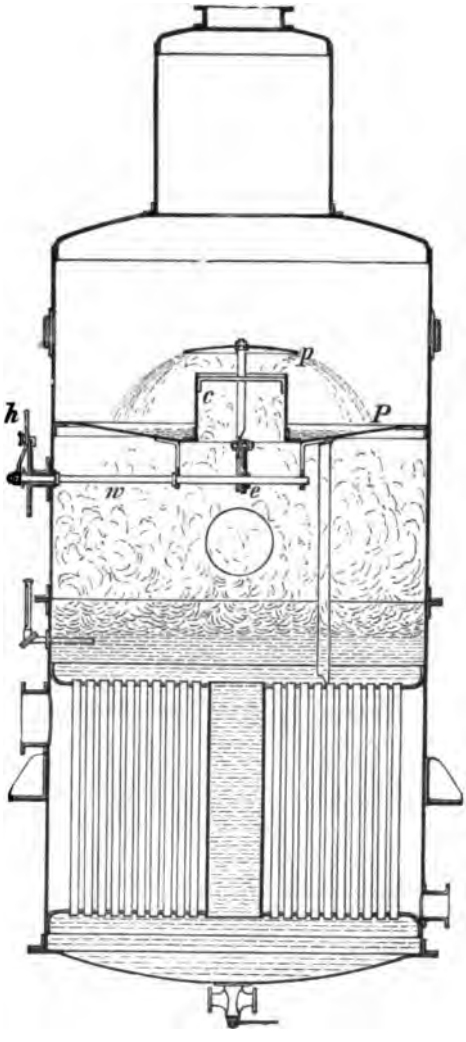


Fig. 175.
Verdampfapparat mit Heckmann'ſchem Schaumabſcheider.

4. Die Zwiſchenfiltration: Bereits vor längerer Zeit iſt von Piedboeuf in die Überſteigleitung, zwiſchen den Verdampfapparaten,

ein kleines Kohlenfilter eingeschaltet worden, welchem vorzugsweise die Aufgabe zufiel, die während des Verdampfens in dem ersten Körper sich abscheidenden und im Safte suspendiert bleibenden Substanzen von dem zweiten Körper fern zu halten und ebenso, da wo drei Körper vorhanden, den Übergang dieser Niederschläge aus dem zweiten in den Dicksaftkörper zu verhindern.

Diese Idee, jedoch viel weiter ausgeführt, ist von Krauschitz wieder aufgenommen, und deren Anwendung ihm patentiert. Derselbe will nicht allein jene trübenden Bestandteile entfernen, sondern will eine gründlichere Reinigung des Saftes dadurch erzielen, daß er den Saft, bevor er in den Dicksaftkörper eintritt und ehe er die Konzentration des Dicksaftes erlangt, einer nochmaligen Filtration durch ein großes Kohlenfilter unterwirft.

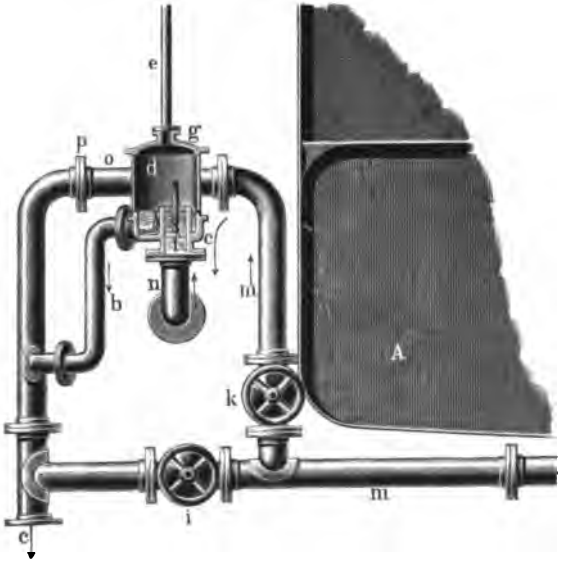


Fig. 176. Saftüberlauf von C. Heckmann in Breslau.

Mit der Beseitigung der Knochenkohle überhaupt ist dieser Vorschlag gegenstandslos geworden. Anderseits ist nicht zu verkennen, daß demselben eine durchaus gesunde Idee zu Grunde liegt. Die Geschwindigkeit der Verdampfung ist immer zunächst von dem Wärmedurchlässigkeitsvermögen der Verdampfflächen abhängig. Wird dieses durch Ablagerung fremder Stoffe verringert, so wird die Leistungsfähigkeit des Apparates entsprechend verkleinert, oder es muß dem weniger leistungsfähigen Apparate um so mehr Wärme zugeführt werden, damit die auszuführende Arbeit geleistet werden kann. Wenn man nun ein Mittel hätte, die während der Verdampfung unlöslich werdenden Stoffe im Augenblicke ihrer Entstehung, ehe sie Zeit haben sich auf den Verdampfflächen

festzusetzen, aus dem Safte abzuscheiden, so würden die Heizröhren beständig rein und blank bleiben und es würde die Verdampfung mit Aufwand der geringsten Menge von Dampf auszuführen sein. Ist auch die Absonderung der ausgeschiedenen Stoffe in ihrem Entstehungszustande als unausführbar zu bezeichnen, so lassen sich dieselben doch während des Übertrittes des Saftes von einem Verdampfkörper zum anderen durch mechanische Filtration fortschaffen. Da auch dies schon für die Reinhaltung der Apparatrohre zweifellos von großem Werte ist, hat man die Zwischenfiltration in sehr vielen Fabriken eingeführt. Die Anordnungen, welche für diesen Zweck getroffen werden, sind sehr verschieden. In manchen Fabriken wendet man Filterpressen an.

Wenn man auch Filterpressen konstruiert hat, bei denen nicht nur der Eintritt des Saftes, sondern auch der Austritt desselben durch ein Rohr geschieht, bei denen also die sämtlichen Auslaufhähne wegfallen und die Ausläufe in einen in bekannter Weise entstehenden gemeinsamen Kanal münden (S. 278), so kann man dieselben doch nicht ohne weiteres in die Übersteigrohre der Verdampfapparate einschalten, weil an ihren zahlreichen Dichtungsstellen Luft in den Apparat eingezogen werden würde. Wer also Filterpressen verwenden will, muß den Saft aus dem einen Verdampfapparate heraus in ein hochgelegenes Bassin pumpen, von wo derselbe durch die Pressen in ein tiefer liegendes Bassin läuft, aus welchem der nächste Apparat denselben einzieht. Diese Einrichtung, welche besonders in den Fabriken zu finden ist, in welchen man die Filtration des Dicksaftes umgehen will und daher auf eine besondere Behandlung des Mittelsaftes Wert legt, ist stets mit einer Abkühlung des Saftes verbunden und verlangt außerdem Bedienung durch besondere Arbeitskräfte. In den meisten Fällen benutzt man deswegen die in einem früheren Abschnitte beschriebenen Meyer'schen Kiesfilter (S. 232), oder Holzwollefilter (S. 337) oder Ehrenstein'sche Zwischenfilter (S. 342). Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß man zwischen je zwei Verdampfapparate immer zwei derartige Filter einschalten muß, von denen jedes durch Ventile abgesperrt werden kann, damit man die Reinigung derselben vornehmen kann, ohne deswegen die Verdampfung unterbrechen zu müssen.

Am meisten eingeführt sind wohl von diesen drei Arten die Holzwollefilter, weil dieselben sehr einfach sind und das Filtermaterial sehr billig ist. Eine dem Verfasser bekannte Fabrik verbrauchte in

letzter Kampagne für die Verarbeitung von mehr als 500 000 metr Rüben für 400 Mk. Holzwolle.

Das Ehrenstein'sche Filter, so sinnreich es ausgedacht ist, hat sich bisher nur wenig Freunde erwerben können. Dasselbe wirkt, wie aus seiner Konstruktion hervorgeht, genau, wie die Filterpressen und hat daher, wie diese, vom theoretischen Standpunkte aus, anderen Filtrierapparaten gegenüber große Vorzüge. Es verdiente daher wohl, weiter ausgebildet zu werden; die Mängel, die es jetzt noch hat, lassen sich leicht beseitigen. Dasselbe arbeitet in seiner jetzigen Gestalt tadellos bei Zweikörperapparaten, weniger sicher bei Dreikörperapparaten und ganz unzulänglich bei Vierkörperapparaten. Der Grund hierfür ist klar. Nehmen wir die Luftleere im ersten Körper zu 10 cm, im Dicksaftkörper zu 60 cm an, so besteht beim Zweikörperapparate eine Druckdifferenz zwischen beiden Körpern von 50 cm Quecksilbersäule, was einer Wassersäule von 6 m 78 cm entsprechen würde. Hier geht also der Saft mit einem Drucke durch das Filter, als ob er aus einem Reservoir käme, welches 6 m über demselben liegt. Beim Dreikörperapparate beträgt diese Druckdifferenz nur 25 cm Quecksilber, also 3 m 39 cm Wasser und beim Vierkörperapparate gar nur $16^2/_3$ cm Quecksilber oder 2 m 26 cm Wasser.

Daraus geht hervor, daß man dem Filter für Dreikörperapparate die doppelte und für Vierkörperapparate die dreifache Filterfläche geben muß, wie für Zweikörperapparate, was durch Vermehrung der Kammern leicht zu bewerkstelligen ist. Im übrigen kann man die Leistungsfähigkeit desselben noch erhöhen durch Anwendung gröberer Tücher, solcher aus Jute, anstatt aus Baumwolle, und möglichste Beschränkung im Gebrauche von Fetten in den Verdampfapparaten, die ja auch aus anderen Gründen geboten ist. Es wäre ein Schade für die Industrie, wenn dieser ausbildungsfähige Apparat in den Orkus des Alteisenhaufens versänke.

15. Weitere Behandlung des Dicksaftes.

Mag man den Dünnsaft dargestellt haben, wie man will, also mit doppelter oder dreifacher Saturation, mit Kohlensäure oder schwefeliger Säure, immer wird man dem Dicksafte eine besondere Aufmerksamkeit zuwenden müssen, wenn man sich vor unangenehmen Überraschungen beim Verkochen desselben schützen will. Zu beachten ist

zunächst seine Klarheit oder, wie sich der Zuckerfabrikant ausdrückt, sein Feuer; je feuriger der Dicksaft, desto schöner nachher der Zucker! Wenn man auch den Mittelsaft filtriert hat, ist der aus demselben erzeugte Dicksaft doch immer von ausgeschiedenen Kalksalzen trübe und sollte daher ebenfalls der Filtration unterworfen werden. Bleiben diese Ausscheidungen im Safte, so finden sie sich später im fertigen Zucker wieder, verschlechtern dessen Aussehen und vermehren dessen Gehalt an Nichtzucker, zwei Umstände, durch die der Handelswert des Zuckers sinkt, also der Fabrikant Geld verliert. Der Schaden, welchen er dabei durch den Nichtzucker erleidet, läßt sich ziemlich genau berechnen: Nehmen wir an, die Trübungen beständen aus oxalsaurem Kalke, womit wir uns wohl nicht weit von der Wahrheit entfernen dürften, so enthält 1 kg derselben 0,4375 kg Kalk. Der Wert des Zuckers, das sogen. Rendement desselben, wird nun im Handel so berechnet, daß von der Polarisation das fünffache des Aschengehaltes in Abzug gebracht und nur der Rest als Zucker berechnet wird. Polarisiert z. B. ein Zucker 96 % und enthält derselbe 0,8 % Asche, so beträgt der Zuckergehalt, welcher der Preisberechnung zu Grunde gelegt wird, $96 - 5 \times 0{,}8 = 92$ %. Da nun jedes Kilo oxalsauren Kalkes, welches wegen mangelnder Filtration in den Zucker übergeht, den Aschengehalt desselben um 0,4375 kg vermehrt, so bringt der Käufer für dasselbe $5 \times 0{,}4375 = 2{,}1875$ Kilo Zucker in Abzug. Nach den jetzigen Handelsgebräuchen kostet nun das Kilo dieses abzuziehenden Zuckers 25 Pfg. und der Fabrikant verschenkt demzufolge mit jedem Kilo nicht abfiltrierten oxalsauren Kalkes $5\frac{1}{2}$ Pfg.

Die Filtration des Dicksaftes wird jedoch nirgends etwa aus Bequemlichkeit unterlassen, sondern, weil dieselbe bei einigermaßen schweren Säften nicht leicht auszuführen ist. Bei guter Kondensation und richtiger Thätigkeit der Luftpumpe wird der Dicksaft nicht wärmer, als 60° C. sein; bei dieser Temperatur und bei einer Konzentration von 60° Bx. ist derselbe aber so zähflüssig, daß er nur äußerst langsam durch die Tücher geht. Um ihn filtrierbar zu machen, läßt man ihn durch einen geschlossenen Kalorisator (s. S. 236) gehen, den man mit direktem Dampfe, mit Retourdampf oder mit Dampf vom Pauly'schen Saftkocher heizt, oder man sammelt ihn in einem Reservoir, in welchem er durch eine Dampfschlange zum Sieden gebracht werden kann.

Ein weiterer Punkt, den der Fabrikant beim Dicksafte sorgsam im Auge zu behalten hat, ist die Alkalität.

Wir haben oben gesehen, daß der Dünnsaft mit einer Phenolphtatheïn-Alkalität von 0,015 bis 0,020 zur Verdampfung gelangt; da der Dicksaft fünf bis sechs mal so schwer ist, müßte seine Alkalität etwa 0,10 betragen, doch ist sie in Wirklichkeit nie so hoch, weil sie infolge der schon öfter erwähnten Abspaltung und Verflüchtigung von Ammoniak zum Teile aus dem Safte verschwindet. Da dieser Alkalitätsrückgang während der Verdampfung je nach dem Gehalte des Saftes an Amiden ein sehr verschiedener ist — zu manchen Zeiten geht er so weit, daß die Alkalität ganz verschwindet — bedarf der Dicksaft in dieser Beziehung einer fortwährenden Kontrolle, und, wenn nötig, Regelung.

Im allgemeinen kann man eine Alkalität von 0,01 % (mit Phenolphthaleïn) bei einer Konzentration von gegen 60° Bx. als normal betrachten. Die Regulierung derselben wird meistens schon am Dünnsafte vorgenommen, indem man denselben stärker saturiert, wenn die Alkalität des Dicksaftes zu hoch wird und umgekehrt; viele Fabrikanten ziehen es jedoch vor, letzteren regelmäßig von neuem mit Kalkmilch zu behandeln und unter Kochen mit Kohlensäure oder schweseliger Säure bis zur richtigen Alkalität zu saturieren. Giebt man der schweseligen Säure den Vorzug, was aber nur dann einen Zweck hat, wenn man den Dünnsatt nicht geschwefelt hatte, so ist es hier noch mehr, als beim Dünnsafte, angezeigt, mit derselben zusammen Kohlensäure einzuleiten. Bei der Schwerbeweglichkeit des Dicksaftes kann durch reine schweselige Säure leicht Inversion des Zuckers bewirkt werden, die gleichzeitig einströmende Kohlensäure aber wirkt nicht nur verdünnend, sondern rührt auch zugleich den Saft kräftig um und bringt dadurch immer neue Saftteile mit der schweseligen Säure in Berührung.

Diese Arbeitsmethode gewährt eine große Sicherheit in Bezug auf die Höhe der Alkalität, gestattet es, bei der Saturation des Dünnsaftes etwa begangene Unregelmäßigkeiten nachträglich zu korrigieren und erleichtert die Filtration des Dicksaftes insofern, als durch die körnige Beschaffenheit des ausfallenden kohlensauren oder schwefligsauren Kalkes die Zähigkeit und Schmierigkeit des Dicksaftschlammes aufgehoben wird.

In der letzten Auflage dieses Werkes wurde noch sehr ausführlich die Behandlung des Dicksaftes mit Phosphorsäure oder Schwefelsäure besprochen. Diese Säuren werden zwar immer wieder zur Verwen-

dung in der Zuckerfabrikation vorgeschlagen, doch denkt wohl niemand mehr ernsthaft daran, von denselben Gebrauch zu machen; wir können es uns daher versagen, auf dieses Thema näher einzugehen.

In den meisten Fabriken begnügt man sich beim Dicksafte mit der Bestimmung der Alkalität; kennt man aber nur diese, so kennt man seinen Dicksaft nur sehr unvollkommen. In einem früheren Abschnitte wurde hervorgehoben, daß man wohl die Alkalität der Bequemlichkeit wegen als Kalkalkalität berechne, daß dieselbe aber mit Kalkgehalt nicht gleichbedeutend sei. Erst dadurch, daß man auch den wirklichen Kalkgehalt bestimmt, lernt man den Dicksaft genauer kennen. Man kann dazu eine Methode benutzen, die Verfasser eine ziemliche Reihe von Jahren hindurch erprobt und in seinen „Nichtzuckerstoffen", S. 477, beschrieben hat. Dieselbe beruht auf dem schon lange bekannten Umstande, daß wässerige Lösungen von Kalk und Kalksalzen auf Zusatz von Seifenlösung erst dann beim Umschütteln schäumen, nachdem sämtlicher Kalk in Form von Kalkseife unlöslich ausgeschieden worden ist. Es ist dies dieselbe Methode, welche man auch zur Bestimmung des Kalkgehaltes im Wasser benutzt, nur, für die Bedürfnisse der Zuckerfabrikation umgestaltet.

Durch diese Bestimmungen kann man diejenige Menge von Kalk feststellen, die durch Kohlensäure nicht ausfällbar, also mit stärkeren Säuren zu Salzen verbunden ist. Ein Kalkgehalt, der wesentlich höher ist, als die Alkalität, zeigt an, daß der Saft fehlerhaft ist, entweder infolge fehlerhafter Zusammensetzung der Rüben oder mangelhafter Behandlung der Säfte, und läßt schweres Kochen im Vakuum (s. später), geringere Ausbeute an Zucker und geringere Qualität des letzteren erwarten.

Als sicheres Mittel, diesen Kalk aus den Säften zu entfernen, ist nur das vom Verf. in die Industrie eingeführte schwefligsaure Natron bekannt; zuweilen benutzt man hierfür auch kohlensaures Natron, doch wirkt dieses selbst bei gleichzeitiger Anwendung von schwefliger Säure nur höchst unvollkommen.

Der Schlamm von der Filtration des Dicksaftes enthält bis 30 Proz. Zucker und darf deswegen nicht verloren gegeben werden. Man sammelt ihn daher und trägt ihn in die Scheidepfanne ein, wo er sich im Scheideschlamme verteilt und mit diesem in den Schlammpressen ausgewaschen wird. In einzelnen Fabriken wird der Dicksaft-

ſchlamm im ſogen. Malaxeur mit Schlammſaft von der zweiten Saturation vermiſcht und mit dieſem gemeinſam weiter verarbeitet. Der Malaxeur iſt in Fig. 177 und 178 dargeſtellt. Er beſteht aus einem eiſernen Troge, in welchem eine horizontale Welle gelagert iſt. Die Welle trägt an eiſernen Speichen eine cylindriſche Trommel, deren Stirnenden durch zwei in der Mitte konzentriſch ausgeſchnittene Platten gebildet werden, während der Mantel aus feingelochtem Bleche beſteht. Die beiden Stirnplatten ſind durch fünfzehn, in zwei konzentriſchen Kreiſen geſtellte Eiſenſtäbe untereinander verbunden. Durch einen ſeitlich angebrachten Rumpf werden die Schlammkuchen in das Innere der Trommel gebracht, während der untere Teil des Troges mit dem Schlammſafte gefüllt wird. Die Trommel macht 18 bis 20 Umdrehungen in der Minute. Die Kuchen werden dabei, durch die von

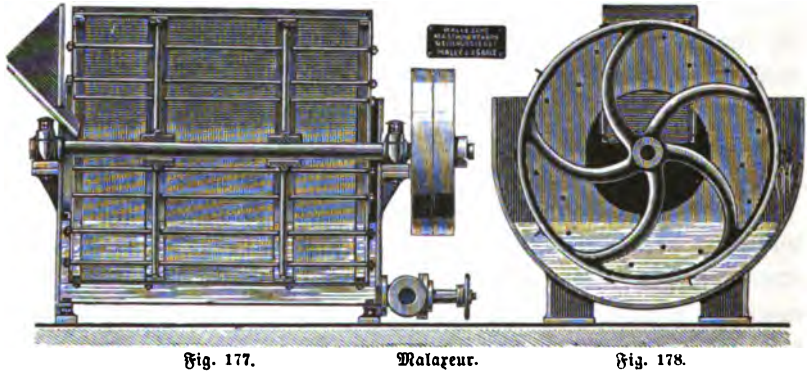


Fig. 177. Malaxeur. Fig. 178.

den Stäben ausgeübten Schläge, in dem Safte raſch zu gleichmäßig dünnem Breie zerteilt, der durch die Öffnungen des Siebes fließt und ſich mit dem Safte im Troge vermiſcht. Auf eine Trommelfüllung kommen 200 kg Schlammkuchen und 330 l Saft. Nach einer zwanzig Minuten dauernden Bearbeitung iſt die Zerteilung beendet, worauf der Schlamm in eine Filterpreſſe getrieben wird.

16. Das Abflußwaſſer vom Kondenſator (Fallwaſſer).

Während das im Heizraume des Dickſaftkörpers und des Kalori-ſators gewonnene Waſſer ein recht wertvolles Nebenprodukt iſt und mit größtem Vorteil, wegen ſeiner chemiſchen Reinheit und ſeiner hohen Wärme, zum Speiſen der Dampfkeſſel verwandt wird, iſt das Abfluß-waſſer vom Kondenſator recht läſtig. Wenn auch nicht weſentlich ver-

unreinigt, so bereitet es doch durch seine hohe Temperatur gewisse Schwierigkeiten. Läßt man es in den Bach abfließen, so erhöht es die Temperatur des darin befindlichen Wassers so weit, daß der Entwickelung von Fermenten, Gährungen, Fäulnis, größter Vorschub geleistet wird. Da man alle Ursache hat, diese zu fürchten, so wird man nur dann, wenn man es mit einem recht wasserreichen Wasserlaufe zu thun hat, wagen können, dem hier erhaltenen Wasser unmittelbar Abfluß zu gestatten.

Die Schwierigkeiten, welche durch die Bewältigung dieses Wassers herbeigeführt werden, werden erst verständlich, wenn man die Massen, um welche es sich hier handelt, berücksichtigt. Diese sind in erster Instanz von der Menge des beim Verdampfen schließlich verbleibenden Dampfes bedingt. Nehmen wir, wie früher (S. 348), die Menge des Wassers, welche bei einer Verarbeitung von 1000 mctr Rüben zu verdampfen ist, um den Dünnsaft in Dicksaft zu verwandeln, zu 111 150 kg an, so verbleibt bei der Verwendung eines Dreikörperapparates schließlich ca. 39000 kg im Kondensator zu verdichtender Dampf. Dazu kommt noch der Dampf vom Verkochen, der ebenfalls zu verdichten ist, mit 14675 kg. Im ganzen sind daher abgerundet für obiges Quantum 53 675 kg Dampf zu verdichten. Funktionierten die Kondensatoren so vollkommen, wie es die Theorie verlangt, so würde je 1 kg Dampf 11,3 kg Wasser erfordern (S. 388) und 12,3 kg Abflußwasser liefern, wenn das eingespritzte Wasser dabei von 10^0 auf 60^0 C. erwärmt würde. Unter diesen Umständen würde die tägliche Produktion an Abflußwasser $53\,675 \times 12{,}3 = 660\,202$ kg betragen. In Wirklichkeit kommt man aber, wie früher gezeigt ist, hiermit bei weitem nicht aus, sondern man gebraucht je nach der größeren oder geringeren Wirkungsfähigkeit des Kondensators weit mehr Kühlwasser. Bei gewöhnlichen Einspritzkondensatoren ohne Gegenströmung kann man den Bedarf an Kühlwasser auf etwa das Zwanzig- bis Fünfundzwanzigfache der schließlich verbleibenden Dampfmenge schätzen. Arbeitet man mit einem Zweikörperapparate, so beträgt die zu verdichtende Dampfmenge ca. 62325 kg und die Menge des Einspritzwassers, wenn gleiche Ausnutzung wie vorher stattfindet, demnach 766 600 kg.

Es würde nahe liegen, einen Teil dieses Wassers zum Speisen der Dampfkessel zu verwenden, um seine Wärme nutzbar zu machen. Dies ist jedoch nur thunlich, wenn man im Besitze von sehr wirksamen Saft-

fängern iſt, weil die geringſte Menge von Saft, deſſen gänzliche Fernhaltung, ſo wünſchenswert ſie auch wäre, nie zu ermöglichen iſt, das Blech der Dampfkeſſel zerſtört (ſ. S. 9).

Sehr oft iſt man aber gar nicht in der Lage, die große Menge der zur Verdichtung des Dampfes erforderlichen Mengen des Kühl-

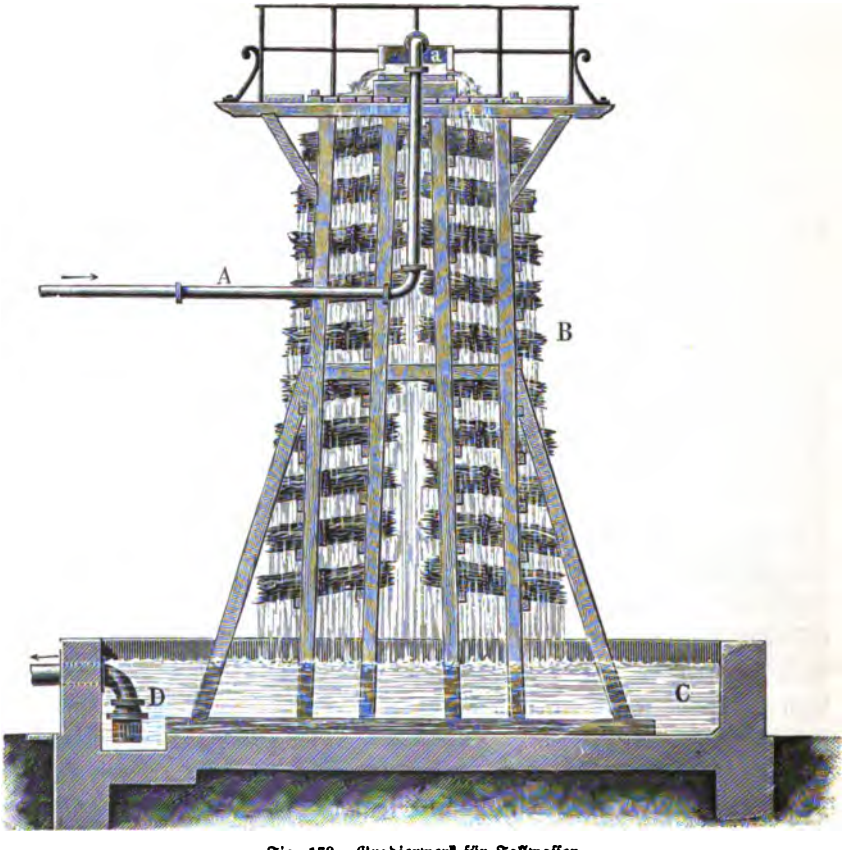


Fig. 179. Gradierwerk für Fallwaſſer.

waſſers verloren gehen zu laſſen, weil man nicht hinreichenden Waſſerzufluß hat. Man iſt vielmehr geradezu gezwungen, dasſelbe nach vorhergehender Abkühlung von neuem zu benutzen. Eine ſolche Abkühlung kann entweder derartig bewirkt werden, daß man das Waſſer, in flachen Kanälen langſam fließend, einen langen Weg in Berührung

mit der kalten Winterluft zurücklegen läßt, oder beſſer ſo, daß man es auf einer großen Fläche ausgebreitet der Luft ausſetzt, wobei es teils durch Verdunſtung, teils durch Ausſtrahlung raſch ſeine Wärme abgiebt. Zu letzterem Zwecke bedient man ſich den Gradierwerken der Salinen nachgebildeter Vorrichtungen, großer, durch Aufeinanderpacken von Dornen- oder Reiſigbündeln dargeſtellter Wände, auf deren oberer Fläche

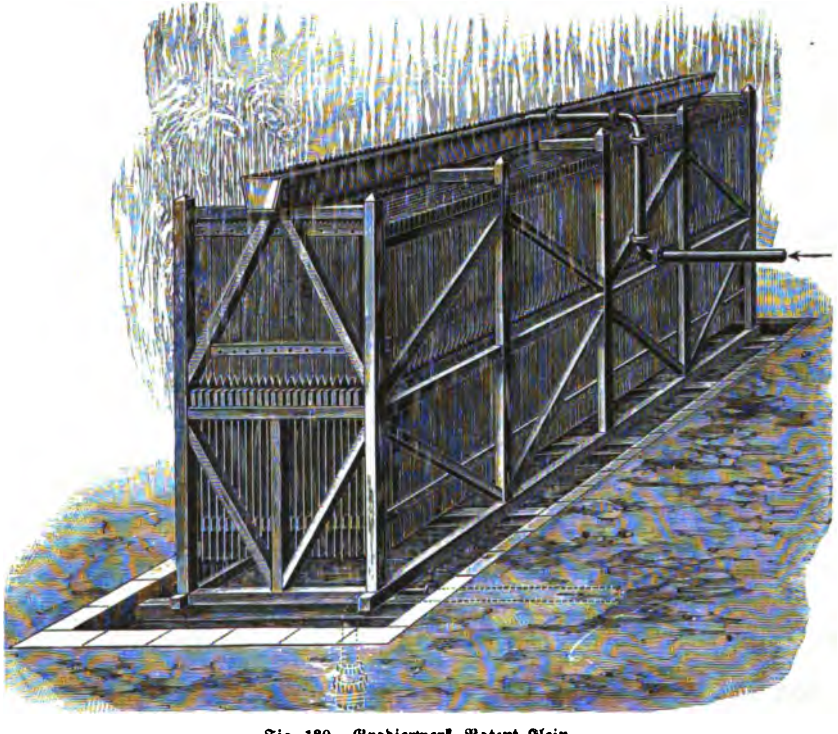


Fig. 180. Gradierwerk, Patent Klein.

man das warme Waſſer durch eine Rinne verteilt und es durch die Dornenwand fließen läßt. Jeder Zweig überzieht ſich dabei mit einer dünnen Waſſerſchicht, die raſch ihre Wärme abgiebt, und, am Fuß des Apparates angelangt, bei genügend langſamem Zufluſſe ſo weit erkaltet iſt, daß man das Waſſer nun von neuem zum Einſpritzen in den Kondenſator verwenden kann. Eine derartige Vorrichtung iſt in Fig. 179 im Querſchnitte dargeſtellt. Eine aus dem Sammelbrunnen

für den Kondensator schöpfende Pumpe treibt das Wasser durch das Rohr *A* in die über die ganze Länge des Gradierwerkes sich erstreckende Rinne *a*, aus welcher es in viele einzelne Strahlen verteilt, sich über die in einem Holzgerüste gelagerten Dornenbündel *B* ergießt. Nachdem es über die Dornen herabgerieselt und dadurch genügend gekühlt ist, sammelt es sich in dem Behälter *C* und wird durch das Saugrohr *D* einer zweiten Pumpe bis zur Höhe des Einspritzrohres des Kondensators gehoben und bleibt so in ständigem Kreislaufe.

Fig. 181.
Körting'sche Streudüse.

Eine andere Form des Gradierwerkes, nach dem Patente von Klein, ist in Fig. 180 abgebildet. Das Wasser läuft hier an senkrechten Bretterwänden nieder, welche an ihren beiderseitigen Flächen von je einer dünnen Wasserschicht überzogen werden. Die Zwischenräume der einander naheſtehenden Wände wirken dabei als ebensoviele Schornsteine und führen so einen kräftigen Luftwechsel herbei. Das gekühlte Wasser sammelt sich in einem unter dem Gradierwerke befindlichen gemauerten Behälter und wird von hier dem Kondensator wieder zugeführt.

Ohne Gradierwerke wird die Kühlung des Wassers von Gebr. Körting bewirkt, indem das warme Wasser als Springbrunnen in die umgebende Luft geschleudert und dabei in einen feinen Regen verwandelt wird. Zu diesem Behufe wird eine Streudüse von der in Fig. 181 dargestellten Form auf das Auswurfrohr des Springbrunnens gesetzt, in welcher das unter dem Drucke einer 10 m hohen Wassersäule zugeführte und aus einer nur 10 mm weiten Öffnung ausströmende Wasser in wirbelnde Bewegung versetzt und zu Tropfen aufgelöst wird. Diese Düsen stehen über einem runden gemauerten Behälter, in Abständen von etwa 2 m auf einem Kranzrohre so angeordnet, daß die Düsenöffnung etwas gegen den Mittelpunkt des Kreises, mit einer Neigung von etwa 70° gegen die Horizontale gerichtet ist, während die im Mittelpunkte des Kreises befindliche Düse senkrecht steht. Der erforderliche Luftwechsel stellt sich in dem Raume von selbst ein, einmal durch natürlichen Windzug und dann durch die treibende Wirkung, welche

die Wasserstaubstrahlen auf die Luft äußern, welch letztere in die Höhe geführt und durch frische unten zuströmende Luft ersetzt wird.

Die Wirkung des Apparates beruht hier, ebenso wie bei den Gradierwerken, hauptsächlich auf der Bindung der Wärme, welche infolge der Verdunstung eintritt, und ist demnach um so größer, je größer das Aufnahmevermögen der Luft für den Wasserdampf ist. Je trockner die Luft ist, um so größer ist die Neigung des Wassers zu verdunsten, und mit dem Maße der Verdunstung steigt auch das der Wärmeentziehung durch Dampfbildung. Umgekehrt hört die Wärmeentziehung durch Dampfbildung vollkommen auf, wenn die Luft mit Wasserdampf vollkommen gesättigt ist, also bei feuchtem oder schwülem Wetter, und

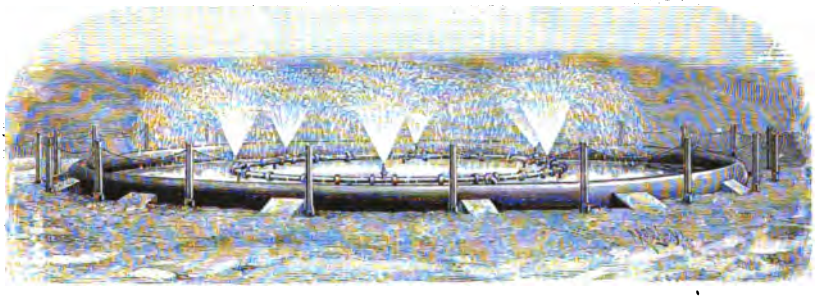


Fig. 182. Kühlanlage mit Körting'schen Streudüsen.

in diesem Falle ist man bei der Kühlung allein auf die Wärmeentziehung durch Leitung angewiesen und auf eine möglichst feine Verteilung der Flüssigkeit, um bei dem geringen Leitungsvermögen der Luft doch noch einen befriedigenden Erfolg zu haben.

Das Maß der möglichen Verdunstung hängt von der Menge von Wasser ab, welche die umgebende Luft aufzunehmen im stande ist. Diese Menge wächst mit der Luftwärme erheblich, d. h. bei gleichem relativem Sättigungsgrade ist wärmere Luft im stande, erheblich mehr Wasserdampf aufzunehmen als kältere Luft. Die Folge davon ist, daß in wärmerer Luft die relative Abkühlung des Wassers eine größere ist als in kälterer Luft, und daß man bei warmen Tagen das Kühlwasser der Luftwärme näher bringt als bei kühlen Tagen. Im praktischen Betriebe ergiebt sich, daß die Temperatur des Wassers bei warmer, trockner Witterung der Luftwärme gleich kommt, bei warmer mittel-

trockner Luft um 3 bis 4° über der Luftwärme bleibt, dagegen bei kühler feuchter Luft nur um 8 bis 9° über die Luftwärme abgekühlt wird. Da aber der Betrieb der Zuckerfabrik in die kalten Wintermonate fällt, ſo iſt eine derartige Kühlung vollauf genügend.

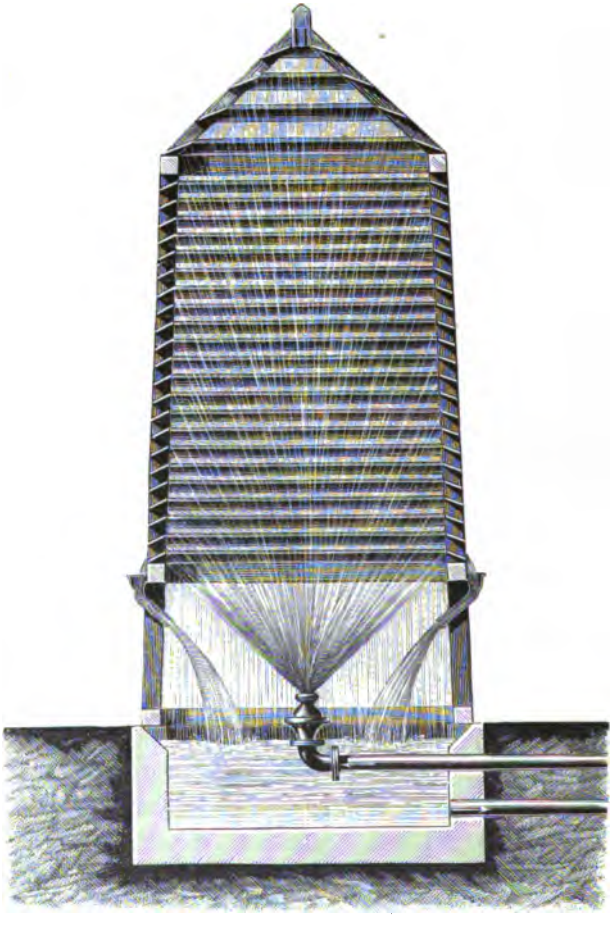


Fig. 183. Kühlanlage mit Körting'ſcher Streudüſe.

Die Anordnung eines Körting'ſchen Kühlwerkes ergiebt ſich aus Fig. 182. Bei dieſer ganz im Freien befindlichen Einrichtung iſt ein gewiſſer, durch Verſtäuben bewirkter Waſſerverluſt nicht zu umgehen.

Handelt es sich um möglichste Verringerung dieses Verlustes, so empfiehlt es sich, den Sammelbehälter mit einer Wand von wagerechten schräg gestellten Brettern zu umgeben, die einen Abstand von etwa 8 cm voneinander haben, also genügend Raum für den freien Zutritt der Luft lassen und dabei doch alle gegenspritzenden Tropfen abfangen und in den Sammelbehälter leiten, wie sich aus Fig. 183 ergiebt. Der Verlust an Wasser beträgt bei der Verwendung einer solchen Schutzwand nicht mehr als etwa 4 Proz. Die größte Kühlungsanlage nach Körting'schem Systeme befindet sich auf dem Hasper Eisen- und Stahlwerke, wo unter Verwendung von 180 Streudüsen von 10 mm Weite stündlich 700 cbm Wasser gekühlt werden.

Zweites Kapitel.

Das Verkochen.

1. Methoden des Verkochens.

Beim Verkochen kommen zwei verschiedene Methoden in Betracht. Es wird dabei entweder die Verdampfung so weit getrieben, daß man eine heiß gesättigte Zuckerlösung erhält, welche beim Erkalten kryſtalliſiert, oder man läßt die Kryſtalliſation ſich ſchon während des Verkochens vollziehen. Die erſte wird techniſch als Blankkochen, die andere als das Kochen auf Korn oder Kryſtall bezeichnet.

Dabei ſind folgende Momente zu berückſichtigen:

Der Zucker erfordert zu ſeiner Löſung eine beſtimmte Menge von Waſſer und zwar bei niederer Temperatur eine größere, als bei höherer. Bringt man mit einer gegebenen Menge von Zucker ſo viel Waſſer zuſammen, wie gerade zu ſeiner Löſung erforderlich iſt, ſo erhält man eine geſättigte Löſung, die nicht mehr im ſtande iſt, weitere Mengen von Zucker, unter ſonſt gleichen Umſtänden, aufzunehmen.

Bringt man eine bei gewöhnlicher Temperatur dargeſtellte, geſättigte Zuckerlöſung auf eine höhere Temperatur, ſo kann ſie noch weitere Mengen von Zucker löſen. Wird anderſeits eine in der Wärme bereitete, geſättigte Zuckerlöſung abgekühlt, ſo kann ſie in der Kälte nicht mehr die Geſamtmenge des Zuckers gelöſt halten, ein Teil desſelben ſcheidet ſich beim Abkühlen aus und nimmt dabei Kryſtallform an.

Die heiß geſättigte Löſung ſcheidet ſich daher beim Erkalten in kryſtalliſierten Zucker und in eine kalt geſättigte Zuckerlöſung, die man als Syrup bezeichnet.

Hat man eine verdünnte Zuckerlöſung, ſo kann dieſelbe dadurch, daß man ihr einen Teil des Waſſers durch Verdampfen entzieht, in eine geſättigte verwandelt werden, die beim Erkalten kryſtalliſiert.

Entzieht man einer heiß gesättigten Zuckerlösung eine weitere Menge von Wasser, so ist der Rest des verbleibenden Wassers nicht mehr genügend, um allen Zucker in Lösung zu erhalten, ein Teil des Zuckers wird sich in Krystallen ausscheiden, und man erhält dann, außer dem krystallisierten Zucker, eine heiß gesättigte Zuckerlösung, die beim Erkalten oder bei weiterem Verdampfen wieder von neuem Krystalle absetzt.

Bei jeder Krystallisation bildet sich der Krystall zuerst in winzig kleiner Form. An den in kaum wahrnehmbarer Größe entstandenen Krystall lagern sich neue Zuckermassen an, der Krystall wächst und kann unter günstigen Umständen bedeutende Größe erreichen.

Die Art der Krystallisation, ob sich dabei kleine oder große Krystalle bilden, ist hauptsächlich von der Geschwindigkeit der Abkühlung bedingt. Läßt man eine gesättigte heiße Zuckerlösung recht langsam erkalten, so behalten die Zuckerteilchen genügend Zeit, um sich zu den zuerst entstehenden kleinen Zuckerkrystallen hin zu bewegen und sich an diese anzusetzen, die Krystalle werden groß werden. Erfolgt die Abkühlung aber rasch und plötzlich, so gehen die Zuckermoleküle in kürzerer Zeit aus dem flüssigen in den festen Zustand über, als sie gebrauchen, um zu den vorhandenen zu gelangen. Ein Wachsen der Krystalle kann aber nur dann erfolgen, wenn der Übergang der flüssigen Moleküle in den festen Zustand in unmittelbarer Berührung mit einem vorhandenen Krystalle geschieht. Es können unter diesen Umständen also nur kleine Krystalle entstehen.

Ein solches Wachstum der Krystalle erfolgt gerade so gut in bewegter Flüssigkeit wie in ruhender, wie die Praxis der Bereitung des Kornzuckers längst erwiesen hat. Die dabei stattfindenden Vorgänge sind erst von Wulff richtig erklärt worden.

Um dieses zu zeigen, füllt man, nach Wulff, einen verschließbaren Kolben zur Hälfte mit zerstoßenen, dunklen Kandiskrystallen, erwärmt Kolben und Inhalt auf dem Wasserbade bis zu einer Temperatur von 55 bis 60° und fügt so viel einer blankgekochten Saftmenge von solcher Konzentration hinzu, daß dieselbe in Berührung mit Zuckerkrystallen bei einer Temperatur von 50° zu krystallisieren beginnt, bis der Kandisgrus von dem warmen Safte bedeckt ist. Der verschlossene Kolben wird, um Wärmeausstrahlung thunlichst zu vermeiden, mit einem Tuche umwickelt und unter beständiger Umdrehung, so daß die Krystalle und die Lösung in lebhafter Bewegung bleiben, der freiwilligen Abkühlung über-

lassen. Die Drehungsachse kann schräg oder horizontal sein. Nach einer Stunde nimmt man das Tuch fort und läßt den Kolben noch eine bis zwei Stunden weiter abkühlen. Hat man die Konzentration richtig getroffen, so wird alle Substanz auf dem eingeführten Kandisgruse zur Abscheidung gelangen, sonst aber bilden sich neue kleine Kryställe. Gießt man die Lösung von den Kryställen ab, erwärmt wieder auf 60° und setzt frische Lösung hinzu u. s. w., so erhält man Kryställe von ansehnlicher Größe, in denen der dunkle Kern sich deutlich von dem Anwuchse abgrenzt.

Bedingnis zur Erzielung großer Kryställe ist, daß die in Bewegung befindliche Flüssigkeit gänzlich von Kryställen durchsetzt ist und daß diese in der Flüssigkeit verteilt bleiben. In konsistenten Flüssigkeiten halten sich Kryställe von mehreren Millimeter Größe leicht verteilt, während sich viel kleinere Kryställe in beweglichen Flüssigkeiten am Boden ablagern und dann bei der Bewegung nicht mehr wachsen, sondern nur kleine Kryställe entstehen lassen. Es ergiebt sich hieraus, daß die Kryställisation in Bewegung um so leichter und ergiebiger ausführbar ist, je dickflüssiger die Lösungen sind und je geringer die Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes der Lösung und der Kryställe ist. Deshalb ist die Kryställisation in Bewegung für alle Zuckersäfte ausführbar, denn alle kryställisationsfähigen Zuckerlösungen sind dickflüssig und die Verschiedenheit der spezifischen Gewichte der Lösungen verglichen mit dem der Kryställe ist nur gering. Da die Zuckerlösungen um so dickflüssiger werden, je unreiner sie sind, so läßt sich die Kryställisation in Bewegung besonders vorteilhaft bei den unreinsten Säften ausführen.

Trennt man die bei der Kryställisation, auf welche Weise dieselbe auch erfolgt sei, verbleibende gesättigte Lösung von den Kryställen und entzieht man ihr durch Verdampfen einen Teil des Wassers, so verwandelt man sie in eine heiß gesättigte Lösung, die beim Erkalten wieder Kryställe giebt. Oder verdampft man eine Lösung, die in der Wärme schon Kryställe abgeschieden hat, noch weiter, so wird in dem Maße, wie sie wasserärmer wird, eine weitere Abscheidung von Zucker erfolgen, die vorhandenen Kryställe können dadurch zum Wachsen gebracht werden.

Das Blankkochen ist die Darstellung einer bei Siedehitze gesättigten Zuckerlösung, das Kochen auf Korn eine bei höherer Temperatur erfolgte Kryställisation.

Enthält eine Zuckerlösung, außer dem Zucker, noch andere Körper, so werden diese, ihren Löslichkeitsverhältnissen entsprechend, sich verschieden verhalten. Sind sie bei Siedehitze oder in der Kälte gleich löslich oder schwerer löslich als der Zucker, so werden sie mit dem Zucker sich abscheiden, ebenso wie dieser Krystallform annehmen. Sind sie aber leichter löslich als der Zucker, so werden sie, solange eine genügende Menge von Wasser vorhanden ist, gelöst bleiben und in den Syrup übergehen.

Die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse ermöglichen es, den Zucker von den ihn begleitenden fremden Stoffen, Nichtzucker, zu trennen, den Zucker in reiner Form zu gewinnen.

Bei dem Verkochen des Rübensaftes bezweckt man die Krystallisation des Zuckers herbeizuführen und die löslicheren Nichtzuckerstoffe in Lösung zu erhalten.

Durch die Anwesenheit des Nichtzuckers wird die Krystallisation des Zuckers immer erschwert. Die gesättigte, krystallisationsfähige Lösung ist ein gleichartiges Gemisch von Zuckermolekülen und Nichtzuckermolekülen. Da nun die Ausbildung der Zuckerkrystalle auf der Anziehung und Anlagerung von Zuckermolekülen an vorhandene Moleküle beruht, so ist es klar, daß fremde, im flüssigen Zustande zwischen die Zuckermoleküle gelagerte Moleküle, denen des Zuckers Widerstand und ihrer Hinbewegung zu den vorhandenen Krystallen Hindernisse bereiten werden. Es wird daher in solchen Flüssigkeiten um so weniger ein Wachsen der Krystalle stattfinden, je mehr Nichtzucker vorhanden ist, die Krystalle bleiben klein, man erhält Zucker von *mattem Korne*.

Das Vorhandensein größerer Mengen von Nichtzucker übt weiter einen bestimmten Einfluß auf die Beschaffenheit des Syrups aus. Während reine Zuckerlösungen, selbst in konzentriertester Form, einen gewissen Grad von Dünnflüssigkeit sich bewahren, und infolgedessen verhältnismäßig leicht von den ausgeschiedenen Krystallen zu trennen sind, so ist ein an nicht krystallisierbaren Stoffen reicher Syrup in viel höherem Maße dickflüssig, kann sogar eine fast zähe Beschaffenheit annehmen, die seine Trennung von den Krystallen außerordentlich erschwert, ja sie unmöglich macht, sobald die Konzentration eines solchen Syrups zu weit getrieben wird.

Übersteigt die Menge des anwesenden Nichtzuckers ein bestimmtes Maß, so kann dieser der Abscheidung des Zuckers ein so großes Hindernis

bereiten, daß eine Kryſtalliſation überhaupt nicht mehr erfolgt. Statt eines kryſtalliſationsfähigen Syrups erhält man unkryſtalliſierbare Melaſſe.

Aus dem Geſagten iſt leicht verſtändlich, daß man durch die Beſchaffenheit des Saftes zur Anwendung der einen oder der anderen Methode des Kochens veranlaßt werden wird.

Hat man einen Saft, welcher reich iſt an Nichtzucker, in welchem der Reinheitsgrad des Dickſaftes, infolge ſchlechter Beſchaffenheit der Rüben, oder infolge mangelhafter Arbeit, ein ungünſtiger iſt, ſo wird man zum Blankkochen gezwungen ſein. Man hat ſich dann mit der Darſtellung einer heiß geſättigten Löſung und einer in der Kälte erfolgenden Kryſtalliſation, bei welcher verhältnismäßig wenig Kryſtalle, dagegen viel Syrup erfolgt, zu begnügen, weil nur unter dieſen Umſtänden die Löſung genügend flüſſig bleibt, um die Ausſcheidung größerer Kryſtalle zu ermöglichen. Würde man die Verdampfung weiter fortſetzen, ſo könnten ſich nur ganz kleine Kryſtalle bilden, deren Trennung von dem verbleibenden Syrup ſehr ſchwer fallen würde.

Iſt dagegen der Dickſaft rein, enthält derſelbe wenig Nichtzucker, ſo kann man unbedenklich bis zu einer größeren Konzentration kochen, kann die Kryſtalliſation bereits in der Wärme vor ſich gehen laſſen, da der Nichtzucker hier nicht hindernd eingreift; die Kryſtalle werden größer und wohl ausgebildet ſein und werden ſich dadurch ſchon leicht vom anhängenden Syrup trennen laſſen.

Der große Unterſchied beider Methoden beſteht darin: beim Blankkochen erhält man geringe Ausbeute an Kryſtallen, dagegen viel Syrup, beim Kochen auf Korn iſt die Ausbeute an Kryſtallen groß, es wird wenig Syrup produziert. Es liegt daher auf der Hand, welche Methode die vorteilhaftere iſt, daß man überall da, wo es möglich iſt, auf das Kochen auf Korn hinarbeiten wird. Bei nur einigermaßen ſorgfältiger Arbeit der Scheidung werden die Säfte gegenwärtig in ſo hohem Reinheitsgrade gewonnen, daß ein Blankkochen des Saftes nie mehr vorkommt.

Nur bei der weiteren Verarbeitung der Syrupe, bei der Darſtellung der Nachprodukte iſt man gezwungen, blank zu kochen, da die Nichtzuckerſtoffe hier in ſo großer Menge auftreten, daß die Kornbildung dadurch verhindert wird.

2. Die Apparate.

Das Verkochen wurde früher in offenen, teils durch freies Feuer, teils in durch Dampf geheizten Apparaten vorgenommen. Solche Einrichtungen finden sich gegenwärtig in keiner Fabrik mehr, sie brauchen daher hier nicht besprochen zu werden. Dieselben sind ganz allgemein durch Apparate verdrängt, die mit Luftpumpen und Kondensatoren versehen sind.

Ist schon bei der Umwandlung des Dünnsaftes in Dicksaft das Sieden unter verringertem Drucke von großem Vorteil, so ist dieses bei dem Verkochen in noch höherem Maße der Fall. Bei der zunehmenden Konzentration des Saftes ist eine Veränderung des Zuckers durch Überhitzung doppelt zu befürchten. Bei hoher Temperatur wird der Rohrzucker unkryställisierbar, färbt sich braun und beides um so leichter, wenn gleichzeitig alkalisch reagierende Substanzen (sie mögen infolge, gleichviel welches ihre chemische Beschaffenheit sei, als Alkalien bezeichnet sein), zugegen sind. Alkalien und Hitze sind daher für das Resultat des Verkochens von größtem Nachteile, dem man entgegen arbeiten kann dadurch, daß man mit der Alkalität bis nahe an die Neutralisationsgrenze geht und bei möglichst niedriger Temperatur, d. h. bei hoher Luftleere und niedriger Dampfspannung kocht.

Bis vor nicht zu vielen Jahren entsprachen aber die Konstruktionen der Koch-Apparate, oder, wie man sie in der Technik bezeichnet, der Vakuums durchaus nicht dieser Forderung. Ihrer geringen Heizfläche wegen war man genötigt, die Temperaturdifferenz zwischen der Heizfläche und dem Siedepunkte der zu verkochenden Flüssigkeit möglichst groß zu nehmen, d. h. mit direktem Dampfe von 3 bis 5 Atmosphären Spannung zu kochen, wenn man die erwünschte Leistung erzielen wollte. Die Heizflächen des Vakuums hatten also eine Temperatur bis zu 150 bis 160° C.

Seit man die Schädlichkeit dieser Temperaturen erkannt hat, sind auch entsprechend verbesserte Apparate gebaut worden, die wir später beschreiben werden.

Die aus dem Vakuum entweichenden Dämpfe bringt man fast immer unmittelbar durch Einspritzwasser zur Kondensation. Es gleicht daher das Vakuum dem Dicksaftkörper des Verdampfapparates. Ebenso aber, wie man die Dämpfe des letzteren zum Heizen von Kalorisatoren

verwenden kann, so kann man auch am Vakuum einen Röhrenkühler, zwischen dem Apparate und dem Kondensator, einschalten und dadurch, daß man einen Teil der Wärme des Dampfes auf kalten Saft überträgt, eine Ersparnis an Kondensationswasser vornehmen.

Eine Verbindung des Vakuums mit einem zweiten Körper, wie beim Verdampfapparate, findet man nirgends angewandt, dagegen hat man wohl, um die Leistungsfähigkeit des eigentlichen Vakuums zu erhöhen, bei älteren Konstruktionen ein Vorkochvakuum angebracht, welches aber vom eigentlichen Vakuum gänzlich unabhängig ist. Das Vorkochvakuum dient dann für das Vakuum als Reservoir, in welches der Saft von den Filtern kontinuierlich einfließt, hier durch Retourdampf zum Kochen gebracht und weiter konzentriert wird, um im Vakuum in kürzerer Zeit fertig gekocht werden können.

Die Anordnung des Saftfängers, des Kondensators und der Luftpumpe ist beim Vakuum die gleiche, wie bei den Verdampfapparaten.

3. Das Schlangenvakuum.

Bei der Konstruktion des Vakuums wurde früher fast ausnahmslos die Heizfläche durch eine, in einer schwach geneigten Spirale zu vielfachen Windungen aufgewickelte, ganz vom Safte umgebene Schlangenröhre gebildet, in deren oberes Ende der direkte Dampf eingeleitet wird, während ihr unteres Ende mit dem Dampfsammler in Verbindung steht, in welchem der nicht kondensierte Dampf (Retourdampf) von dem niedergeschlagenen Wasser getrennt wird. Meist findet man mehrere zwei-, drei- auch vierfache Heizschlangen übereinander angeordnet, und zwar entweder so, daß jede einzelne gänzlich unabhängig von der anderen ist, daß jede einzelne nur mit direktem Dampfe zu heizen ist, oder so, daß die einzelnen Schlangen, zwecks besserer Ausnutzung des Dampfes, untereinander in Verbindung gesetzt werden können und dann also eine verlängerte einfache Schlange bilden.

Vielfach vergrößert man die Heizfläche dadurch, daß man den unteren Teil des Vakuums mit einem Dampfmantel, dem sogenannten Doppelboden, umgiebt. In denselben läßt man entweder den Dampf, welcher bereits die Heizschlangen durchzogen hat, eintreten, oder man giebt ihm direkten Dampf; zweckmäßig beschafft man beide Arten der Zu-

leitung, so daß man sowohl die Dampfwärme des Heizröhrendampfes noch ausnutzen, anderseits aber auch zur Vermehrung der Heizung direkten Dampf zuleiten kann.

Abgesehen von der Vergrößerung der Heizfläche und der besseren Ausnutzung der Dampfwärme ist die Anordnung des Doppelbodens auch aus dem Grunde nützlich, weil durch denselben der Ausstrahlung von Wärme und also einer Abkühlung der Wände des Vakuums vorgebeugt wird. Dies ist namentlich beim Kochen auf Korn zu berücksichtigen. Ist hier der Boden des Apparates der Abkühlung ausgesetzt, so wird an dieser Stelle, wo ohnehin die Bewegung der Masse naturgemäß am geringsten ist, leicht eine reichliche Abscheidung von fest an den Wänden haftenden Kryställen erfolgen, die bei der Entleerung des Apparates zurückbleiben. Kann man das Vakuum immer nur für ein und denselben Zweck verwenden, so wird hierdurch kein Schaden verursacht, da der Teil des Zuckers, welcher hier hängen geblieben ist, bei der nächsten Operation wieder gewonnen wird. Benutzt man aber ein und dasselbe Vakuum, wie es in kleinen Fabriken geschieht, sowohl zum Verkochen des Dicksaftes, wie der verschiedenen Syrupe, so wird der reine Zucker, die an den Wandungen hängen gebliebenen Kryställe, bei einer späteren Operation in den Syrup übergeführt und somit zu einem geringerwertigen Produkte gemacht.

Das Material, aus welchem die Heizschlangen und die Innenwand des Doppelbodens angefertigt werden, ist immer Kupfer, um das hohe Wärmeleitungsvermögen dieses Metalles zu benutzen, und da aus einem anderen, zugängigen Metalle die Windungen der Röhren nicht herzustellen sein würden. Zur Anfertigung der Außenwandungen verwendet man sowohl Kupfer wie Eisen. Ist die Außenwand von Kupfer, so giebt man dem Vakuum Kügelform, oder doch der Kugel sich nähernde Gestalt. Bei Verwendung von Schmiede- oder Gußeisen giebt man der Cylinderform den Vorzug. Es besteht alsdann der Apparat aus einem ringförmigen Mittelteile, welches durch Flantsch und Verschraubung mit einem gewölbten Boden und Deckel verbunden ist. Ob man dem Kupfer oder dem Eisen den Vorzug geben soll, ist nur durch den Preisunterschied dieser Metalle bedingt. Kleinere Apparate fertigt man meist ganz aus Kupfer an, größere werden aus Eisen hergestellt.

Ist dem entsprechend auch die äußere Gestalt des Schlangenvakuums eine sehr wechselnde, so hat sich das Wesen desselben im

Laufe fast eines halben Jahrhunderts in nichts geändert: man baute Apparate mit zwei, drei oder vier Schlangen, mit oder ohne Doppelboden, machte die Schlangen weiter oder enger, kürzer oder länger u. s. w. Alle diese Formen zu beschreiben hat keinen Wert, da in neueren Fabriken Schlangenvakuums nicht mehr aufgestellt werden und auch aus älteren Fabriken dieselben nach und nach verschwinden.

Als Beispiel soll daher nur das in Fig. 184 u. 185 dargestellte Vakuum mit drei Heizschlangen und Doppelboden beschrieben werden.

Dasselbe ist aus drei Stücken, dem cylindrischen Mittelteile *A*, dem Deckel *B* und dem Boden *C* zusammengesetzt. Der Flantsch, welcher *A* mit *C* verbindet, nimmt zugleich die Ränder des kupfernen Bodens *D* auf. Die drei Heizschlangen *E*, *F* und *G* sind in Fig. 184 in vertikalem Durchschnitte zu sehen. Von denselben haben *E* und *F* ein gemeinsames Einlaßventil und ein gemeinsames Auslaßventil für den Dampf.

1 ist das Ventil, durch welches beide Schlangen direkten Dampf erhalten, 2 das Austrittsventil des Dampfes für beide. An das Ventil 2 ist ein Rohr angesetzt, durch welches der Dampf direkt in den Dampfsammler abgeleitet werden kann, außerdem ist aber Ventil 2 mit Ventil 3, und dieses durch ein abwärts gehendes Rohr mit Ventil 4 verbunden, durch welches der aus den Schlangen *E* und *F* kommende Dampf in den Doppelboden geführt werden kann.

Ventil 5 leitet direkten Dampf in den Doppelboden.

Ventil 6 läßt direkten Dampf durch ein Rohr in das Innere des Saftraumes strömen, um im Anfange der Operation die Luft rasch aus demselben zu verjagen.

Ventil 7 läßt Wasser zum Ausspülen und Reinigen ausfließen.

8 ist ein Lufthahn für den Doppelboden.

Die dritte Schlange *G* kann mit direktem Dampfe geheizt werden, oder man kann den aus der Schlange *E* und *F* kommenden Dampf in dieselbe überleiten. Die dazu erforderlichen Ventile sind in der Zeichnung nicht dargestellt.

Der zu verkochende Saft oder Syrup wird durch das Doppelventil *a* eingelassen. Zu dem Behufe steht das eine Ventil desselben mit einer zu dem Dicksaftreservoir, das andere mit einer zu dem Syrupreservoir führenden Röhrenleitung in Verbindung. Man kann daher, je nachdem man den einen oder anderen verarbeiten will, entweder Dicksaft oder Syrup einnehmen.

Fig. 184.

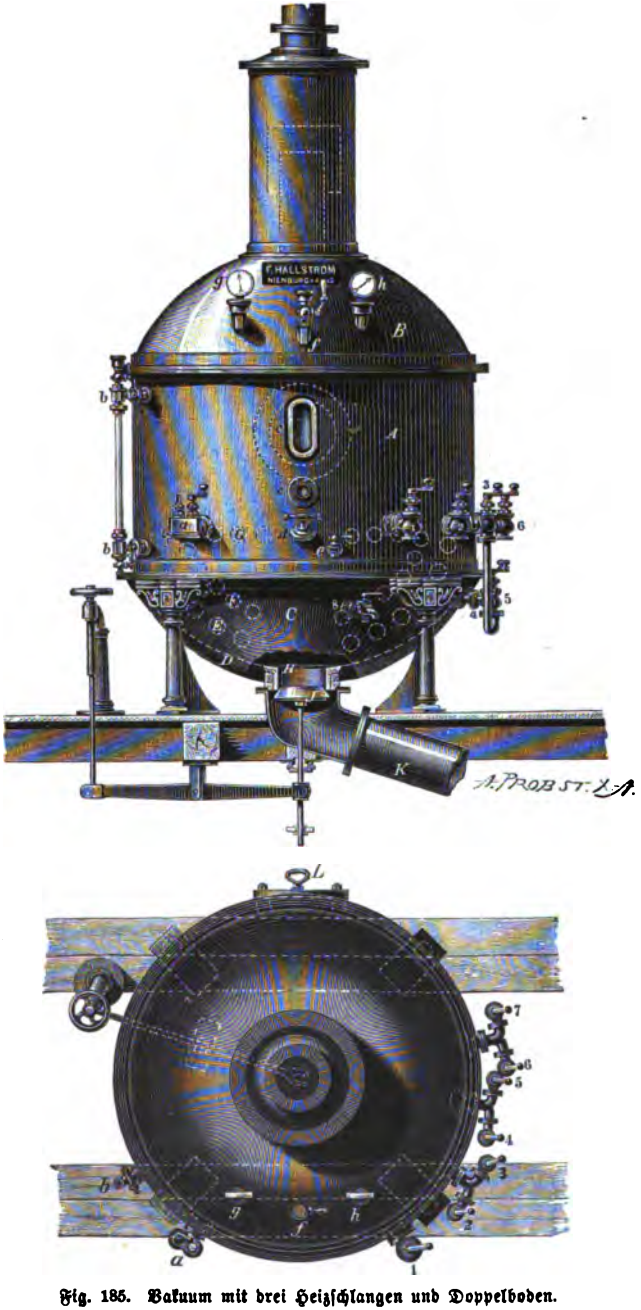


Fig. 185. Vakuum mit drei Heizschlangen und Doppelboden.

b b ist ein weites Glasrohr, oben und unten mit dem Dampf- und Saftraume in Verbindung, um den Stand und die Beschaffenheit der kochenden Flüssigkeit beobachten zu können.

c c Glasaugen zum Beobachten der im Innern des Apparates stattfindenden Vorgänge.

d ist ein Apparat, der dazu dient, eine Probe der kochenden Masse aus dem Innern des Vakuums zu ziehen, der Stecher oder die Sonde. Zu diesem Behufe ist ein Rohr von außen, in schräger Richtung, zwischen den Windungen der Heizschlangen hindurch, bis in die Mitte des Apparates geführt. An seinem Ende im Vakuum ist es verschlossen, an der Seite, nahe diesem Ende, hat es eine runde Öffnung von etwa 1 cm Durchmesser. In dem Rohre steckt ein massiver Messingstab, der so in das Rohr eingeschliffen ist, daß er einen luftdichten Verschluß gewährt, außen ist derselbe mit einem Handgriffe, der in der Abbildung sichtbar ist, versehen. An seinem unteren Ende ist in diesen Stab seitlich eine napfförmige Vertiefung gebohrt, die eine solche Stellung hat, daß sie mit der Öffnung im Rohre zusammenfällt, wenn der Stab bis auf den Boden des Rohres eingeschoben ist. Durch die Öffnung des Rohres wird sich also die napfförmige Vertiefung im Stabe mit einer Probe der kochenden Masse füllen. Würde man nun den Stab herausziehen, so würde die Luft durch die Öffnung des Rohres in das Vakuum eindringen. Um dies zu verhüten, ist eine weitere Vorrichtung vorhanden. Das untere Ende des Rohres ist, ehe es unten verschlossen wurde, etwas weiter ausgedreht und in dieser Erweiterung befindet sich, ebenfalls luftdicht schließend, eine nach der Mündung des Rohres hin offene Kapsel, in welcher am Boden ein Querstift steckt, der in einen in das Ende des Stabes eingeschnittenen Schlitz paßt. Die Kapsel hat außerdem eine seitliche Öffnung, deren Weite der Öffnung des Rohres und der Vertiefung im Stabe entspricht.

Schiebt man den Stab in das Rohr, so wird sich der Querstift der Kapsel in den Schlitz des Stabes legen, die Öffnung der Kapsel korrespondiert dann mit der Vertiefung im Stabe; dreht man nun den Stab, und mit ihm die Kapsel, so wird bei einer bestimmten Stellung die Öffnung des Rohres und der Kapsel mit der napfförmigen Vertiefung im Stabe zusammenfallen, so daß diese sich füllen kann. Läßt man darauf die Kapsel mit dem Stabe eine halbe Drehung machen, so legt

sich die entgegengesetzte Seite der Kapsel gegen die Öffnung des Rohres wodurch der Verschluß desselben hergestellt wird. Der Stab kann nunmehr herausgezogen werden, da der Luft der Zutritt abgeschnitten ist.

e ist der Probehahn, d. i. ein messingener Hahn, dessen Rücken anstatt mit einem durchgehenden Loche nur mit einer Höhlung versehen ist, in welche man eine Füllmasseprobe hineinlaufen lassen kann, indem man dieselbe gegen das Innere des Vakuums dreht, und aus welcher man die Probe entnehmen kann, wenn man dieselbe nach außen dreht.

f Luft- oder Butterhahn.

g Vakuummeter.

h Federthermometer; bei Apparaten neuerer Bauart bringt man das Thermometer an einer tiefer gelegenen Stelle an, so daß es in das Innere der kochenden Masse hineinragt. Dasselbe ist alsdann in Form eines rechten Winkels gebogen (Winkelthermometer); auch zieht man jetzt, ihrer größeren Genauigkeit wegen, Quecksilberthermometer den Federthermometern vor.

H Ablaßöffnung, die durch das mit Gummi überzogene Ventil *J* (Gummikonus) verschlossen und geöffnet wird. An die Ablaßöffnung schließt sich hier das weite kupferne Rohr *K* an, durch welches der fertig gekochte Inhalt abgeleitet wird. Die Stange, welche das Ventil *J* trägt, ist in einer Stopfbüchse frei beweglich und geht durch das Knie des Rohres *K* hindurch.

L Mannloch.

4. Das Röhrenvakuum.

Das Bestreben, die Heizfläche des Vakuums zu vergrößern, führte zunächst zur Konstruktion des Röhrenvakuums. Dasselbe hat, wie das vorige, manche Wandlung in seiner Gestalt durchgemacht, ohne jedoch zu einer allgemeinen Einführung gelangt zu sein. Fig. 186 stellt einen senkrechten Durchschnitt eines solchen Vakuums aus der Fabrik von C. Heckmann in Berlin und Breslau dar. Die Heizung desselben geschieht durch zwei ziemlich flach-trichterförmig gewundene Schlangen, von denen die eine, *B*, mit ihrem untersten Ringe etwa in gleicher Höhe mit dem obersten Ringe der Schlange *A* liegt, außerdem aber durch ein über denselben angebrachtes Rohrsystem *C*. Letzteres besteht aus einer großen Anzahl von Röhren, welche genau, wie bei den stehenden Ver-

dampfapparaten, in zwei Rohrböden eingewalzt sind. Der Saft kocht in den Röhren, der Dampf umgiebt sie von außen. In der Mitte dieses Systems ist ein sehr weites Rohr (*D*) und etwas nach dem Rande zu ein Kreis von weniger weiten Rohren (*E*) eingesetzt. Diese weiteren Rohre haben den doppelten Zweck, eine lebhafte Cirkulation

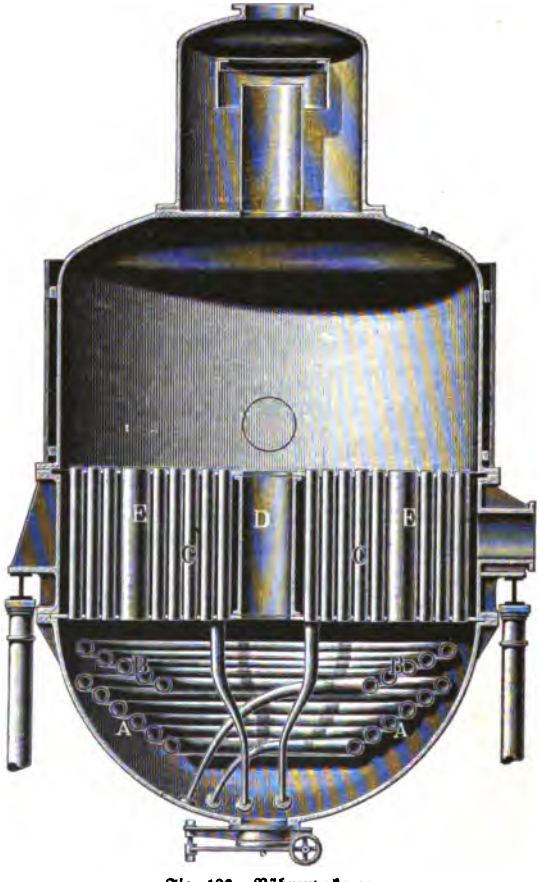


Fig. 186. Röhrenvakuum.

der kochenden Füllmasse zu bewirken und das Ablaufen des fertigen Produktes zu erleichtern.

Dieser Apparat unterscheidet sich von den alten Schlangenapparaten zunächst durch die große Heizfläche, die es ermöglicht, auch mit weniger heißen Dämpfen rasch zu kochen, dann aber durch die An-

ordnung der Heizfläche in mehreren Etagen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, dieselbe nach und nach, d. h. je nachdem sich das Vakuum füllt, in Betrieb zu nehmen. Es haften ihm jedoch verschiedene Mängel an, von denen der hauptsächlichste der ist, daß durch das Röhrensystem die Füllmasse, wenn sie einigermaßen konsistent (stramm) ist, am Ablaufen gehindert wird; außerdem aber sind die Dampfschlangen in Vakuums in neuerer Zeit durch leistungsfähigere Konstruktionen ersetzt.

5. C. Heckmann's Vakuum mit Heizelementen (Fig. 187, 188 u. 189).

Bei diesem vorzüglichen Vakuum, welches 1892 zum erstenmal gebaut wurde, ist, was die Konstruktion der Heizfläche anlangt, vollkommen mit den bis dahin üblichen Anschauungen gebrochen worden. Man hat wohl früher versucht, die Heizfläche des Vakuums dadurch zu vergrößern, daß man die Schlangen aus möglichst engen Rohren herstellte und ihnen dafür eine um so größere Länge gab. Diese Versuche sind aber mißglückt; die Heizfläche solcher Schlangen ist nur zum Teile nutzbar, weil dieselben über eine gewisse Länge hinaus nur noch Kondenswasser enthalten. Heckmann schreibt deswegen dem Dampfe möglichst kurze Wege vor, verwirft die Schlangen vollständig und setzt an deren Stelle seine sogenannten Heizelemente. Dieselben bestehen (s. Fig. 188) aus zwei Rohren (*a*, *a*) aus Phosphorbronze, an welche je sieben Stutzen seitlich angegossen sind. In diese Stutzen sind eben so viele kreisförmig gebogene, konzentrische Kupferrohre (*b*) mit Hartlot eingelötet. Diese Kupferrohre sind nach dem Mannesmann'schen Verfahren aus einem Stücke hergestellt und besitzen demnach weder eine Längsnaht, noch Lötstellen.

An den Mantel des Vakuums sind Dampfkammern (*D*) aus Gußeisen angeschraubt, welche durch eine vertikale Scheidewand in zwei gleiche Teile (*c* und *d*) geteilt sind. In der Hinterwand dieser Kammern sind Löcher angebracht, in welche die Rohre *a* eingeschoben werden. In die Kammerabteilung *c* tritt der Dampf ein, geht durch die sieben Rohre und tritt in der Kammerabteilung *d* aus denselben aus. Damit das in den Rohren sich kondensierende Wasser bequem ablaufen kann, liegen die Löcher in den Abteilungen *d* etwas tiefer, als in den Abteilungen *c*. Die Art der Abdichtung der Bronzerohre in der Hinterwand der Dampfkammern ist in Fig. 188 und 189 deutlich zu sehen. Dieselbe geschieht, wie bei den liegenden Verdampf-

apparaten, durch Gummiringe, welche auf die Rohre *a* aufgeschoben und durch mit Stopfbuchsen versehene, ovale Metallplatten in den Zwischenraum zwischen ersteren und der Hinterwand der Kammer hineingepreßt werden.

Die Abmessungen der Rohre eines jeden Heizelementes sind so gewählt, daß dieselben zusammen eine Heizfläche von $6^2/_3$ qm besitzen; da immer drei Heizelemente in einer Dampfkammer vereinigt sind, entspricht jede der letzteren einer Heizfläche von 20 qm.

Die Heizelemente für den unteren, konischen Teil des Vakuums sind, wie Fig. 187 zeigt, etwas anders konstruiert; dem kleiner werdenden Durchmesser entsprechend, verringert sich bei denselben die Anzahl der zu einem Elemente gehörigen Rohre: auch haben die Bronzerohre derselben, der schrägen Lage der Dampfkammer wegen, an den Enden eine Biegung.

Sämtliche in diesem konischen Teil befindlichen Heizelemente haben zusammen eine Heizfläche von 20 qm, so daß also der ganze auf S. 471 dargestellte Apparat eine Heizfläche von 100 qm besitzt. Die Füllung desselben ist auf etwa 350 metr bemessen.

Sämtliche Heizelemente desselben sind durch eiserne Halter sehr solide verbunden und dadurch gegen Verschiebungen gesichert.

Von besonderen Einrichtungen dieses Vakuums führen wir an:

das Wasserrohr *e*, welches im Inneren des Apparates in einer Brause endet, die dazu dient, nach dem Ausfüllen desselben die Rohre abzuspülen, selbstverständlich bei geschlossener Ausfüllöffnung,

der Verschluß für die Ausfüllöffnung, welcher hier nicht in einem Gummikonus, sondern in einem sorgfältig aufgeschliffenen Schieber (*f*) besteht,

die verschiedenen Rohre für den Dampfeintritt, nämlich *g* für Retour-, reduzierten oder Saftdampf und *h* für direkten Dampf. Von jedem dieser Rohre führen Einzelventile zu den Dampfkammern,

und schließlich die Ventile (*i*, *k*), welche für die Abführung des Retourdampfes und des Kondenswassers dienen und von denen das eine vermittelst eines Kondenstopfes zum Dampfsammler, das andere ebenso zum Wassersammler führt.

Dieses Vakuum gestattet, seiner großen Heizfläche wegen, die Arbeit mit niedrig gespannten Dämpfen, wodurch Zersetzungen von Zucker während des Kochens nach Möglichkeit vermieden werden. Von niedrig

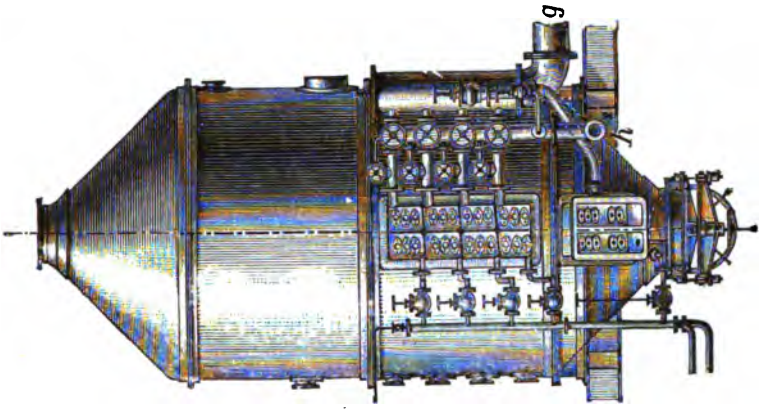


Fig. 189.

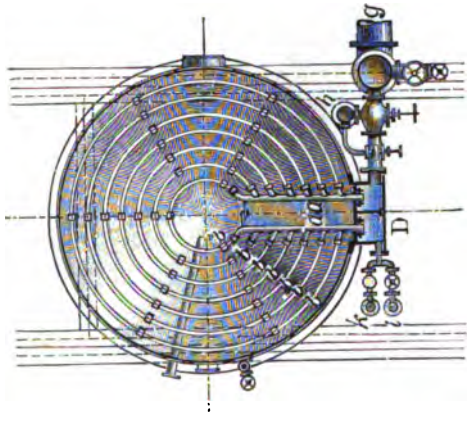


Fig. 188.

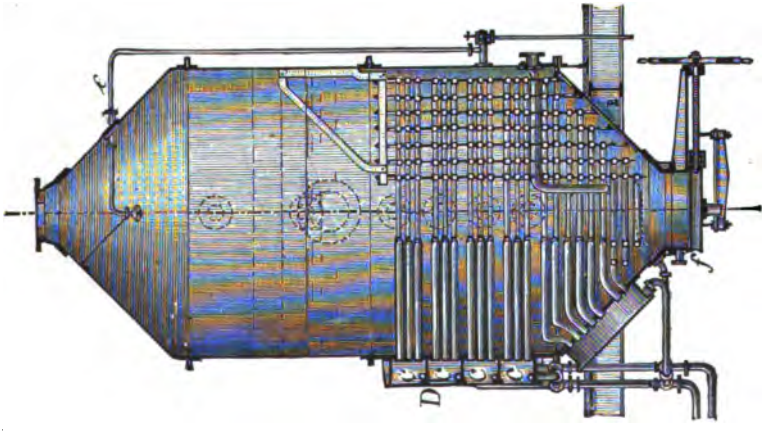


Fig. 187.

C. Heckmann's Vakuum mit Heizelementen.

gespannten Dämpfen wird der Rückdampf von den Maschinen während des Rübenbetriebes nur ausnahmsweise zur Verfügung stehen, da derselbe in den Verdampfapparaten volle Verwendung findet; nur während der Sonntagspausen und nach Schluß der Betriebsperiode wird man diese Art Dampf zum Verkochen der Nachprodukte benutzen können. In weniger gut eingerichteten Fabriken geht derselbe während der angegebenen Zeiten gewöhnlich verloren. Wo ein Pauly'scher Saftkocher vorhanden ist, wird man zur Heizung dieses Vakuums am besten Saftdampf verwenden, aber auch wo man Saftdampf nicht zur Verfügung hat, kocht man in demselben nur in Ausnahmefällen mit direktem Dampfe, sondern stets mit solchem, den man durch ein besonders eingerichtetes Ventil, ein sog. Reduzierventil, auf eine niedere Spannung gebracht, reduziert hat.

Am Rohre *g* sind demnach drei verschiedene Ventile angebracht, durch welche ihm Dampf zugeführt werden kann, nämlich eines für Retourdampf, eines für Saftdampf und ein Reduzierventil für direkten Dampf.

Aus der Konstruktion des Apparates ist zu ersehen, daß man bei demselben auch verschiedene Dampfarten zu gleicher Zeit verwenden kann, weil jede Gruppe von Heizelementen für sich geheizt werden kann. Man ist also z. B. imstande, einen Teil der Kammern mit hoch gespannten, einen Teil derselben mit niedrig gespannten Dämpfen zu versehen und damit jederzeit beliebig zu wechseln. Ist man genötigt die Arbeit zu beschleunigen, so kann man die unterste Kammer z. B. mit direktem Dampfe gehen lassen, die übrigen mit reduziertem.

Ein weiterer Vorteil des Apparates liegt in dem etagenartigen Aufbaue der Heizfläche, die es gestattet, schon mit dem Kochen zu beginnen, wenn auch erst die Heizelemente der untersten Kammer mit Saft bedeckt sind, und die höher liegenden Kammern erst nach und nach in Betrieb zu nehmen, während man bei den älteren Apparaten die Schlangen stets bedeckt halten muß, wenn man nicht viel Zucker karamelisieren will. Diese Art der Arbeit trägt sehr zur Erzeugung eines schönen, glänzenden Kornes bei.

Schließlich sei noch erwähnt, daß infolge ihrer eigentümlichen Konstruktion die Heizelemente in der Mitte des Apparates gleichsam ein Rohr bilden, in welchem die Füllmasse während des Kochens fortwährend in die Höhe steigt. Die dadurch bewirkte gleichmäßige Cirkulation trägt ebenfalls zur Bildung eines guten Kornes bei.

Dem Heckmann'schen Vakuum ähnlich ist das mit sogen. Lyrarohren von F. Hallstroem in Nienburg a. d. Saale. Bei demselben sind nicht wie bei der Heckmann'schen Konstruktion die Heizrohre zu Heizelementen vereinigt, sondern jedes derselben mündet für sich in die Heizkammer, sodaß also für sieben Rohre sieben Ein- und sieben Ausgänge vorhanden sind. Im übrigen beruhen beide Apparate auf denselben Prinzipien.

6. Das Greiner'sche Vakuum,

von W. Greiner in Braunschweig erfunden, wird von der Braunschweigischen Maschinenbau-Anstalt gebaut und ist in seiner neuesten Gestalt in Fig. 190 dargestellt. Die Heizrohre desselben haben einen äußeren Durchmesser von 44 mm, liegen in Abständen von 11 mm senkrecht über einander und sind in Abständen von 80 mm kreisförmig, konzentrisch um die Achse des Apparates gebogen. Alle über einander liegenden Rohrringe von gleichem Durchmesser sind zu einem Ringbündel und immer mehrere dieser Bündel zu einer Gruppe vereinigt, die für sich geheizt werden kann. Jede dieser Gruppen besitzt demnach einen besonderen Eingang für den Heizdampf und einen ebensolchen Ausgang für den Retourdampf und jede derselben kann, wie beim Heckmann'schen Vakuum, mit verschiedenen Dampfarten gespeist werden. Bei der Arbeit mit diesem Vakuum soll man nach Greiner anfangs nur die innerste Gruppe heizen und die äußerste erst beim Fertigkochen in Betrieb nehmen.

Fig. 190. Greiner'sches Vakuum.

Fig. 191 stellt einen Heizkörper dar, der zum Einhängen bestimmt ist. Greiner verwandte denselben früher ausschließlich für sein

Vakuum und empfiehlt ihn jetzt in den Fällen, in denen ein altes Vakuum nach seinem Systeme ohne all zu hohe Kosten umgebaut werden soll. In demselben werden sämtliche Rohre durch das Verteilungsrohr *R*, welches zugleich der Träger des Ganzen ist, mit Dampf versorgt und dieses wieder kann durch verschiedene Ventile mit verschiedenen Dampfsorten beschickt werden; das Kondenswasser wird durch die in der Abbildung sichtbaren schrägen Sammelrohre abgeführt.

Die Heizfläche ist so bemessen, daß auf 2,5 mctr Füllung etwas mehr als 1 qm kommt.

Fig. 191. Heizkörper für das Greiner'sche Vakuum.

Auch bei diesem Apparate ist das moderne Prinzip des möglichst kurzen Weges für den Dampf verwertet, doch ist bei demselben die Heizfläche nicht in Etagen aufgebaut, sie muß vielmehr von vornherein vollständig mit Saft bedeckt werden. Durch die enge Lagerung der Rohre übereinander aber ist es ermöglicht, trotz der großen Heizfläche noch einen ausreichenden Raum für die kochende Füllmasse (Steigeraum) zu behalten.

7. Die Arbeit am Vakuum.

Mit dem Einziehen des Saftes in das Vakuum tritt an Stelle des Wissens, das Können; während der Betrieb bis dahin von

den Lehren der Wissenschaft beherrscht wird, tritt an deren Stelle jetzt die Erfahrung und der durch lange Übung geschärfte Blick des Individuums. Feststehende Regeln für die Behandlung des Saftes während des Kochens und für den richtigen Zeitpunkt der Beendigung desselben lassen sich um so weniger geben, als die wechselnde Beschaffenheit des Saftes manche Abänderungen notwendig macht, und da die Kennzeichen, nach welchen der Kocher sich zu richten hat, rein empirische sind, einem geübten Auge und dem ausgebildeten Gefühle wohl wahrnehmbar, aber schwierig und nur am Apparate selbst zu erlernen.

Die Arbeit am Vakuum kann daher auch nur in wenig großen Zügen geschildert, und es können nur die hauptsächlichsten Momente hervorgehoben werden, für alle Einzelheiten bedarf der Lernende der Anleitung eines praktisch erfahrenen Mannes.

Von den beiden, auf S. 456 angeführten Kochmethoden ist die des Kochens auf Korn seit Jahrzehnten die einzig gebräuchliche für reinere Zuckerlösungen, wie Rübendicksaft oder Raffinadeklärsel. Das Blankkochen wendet man nur noch zur Verarbeitung solcher Zuckerlösungen an, welche, wie die Nachprodukte von der Rohzuckerdarstellung sehr reich an Nichtzuckerstoffen sind. Die letztgenannte Methode werden wir daher erst bei der Besprechung der Nachproduktsarbeit beschreiben.

Zweck und Aufgabe des Kornkochens ist die Bildung von möglichst viel Zucker und möglichst wenig Syrup; die Erreichung dieses Zieles ist aber nicht allein von der Kunst des Kochens abhängig, sie wird vielmehr sehr stark beeinflußt von der Qualität der zu verkochenden Säfte.

Der Unterschied zwischen dem, was in Bezug auf das Kochen als guter oder weniger guter Saft zu bezeichnen ist, ist in Worten und Zahlen nicht vollkommen auszudrücken, da hier die wechselnde chemische Natur der Nichtzuckerstoffe mitspricht. Man sagt zwar ganz allgemein, zum Kochen auf Korn sind Säfte von hohem Reinheitsgrade erforderlich. Es können aber zwei Säfte von gleichem Reinheitsgrade sich in dieser Beziehung sehr verschieden verhalten, der eine kann unter Umständen sich sehr gut auf Korn verkochen lassen, während der andere sich durchaus nicht dafür eignet. Ersteres wird allemal geschehen, wenn die den Zucker begleitenden Bestandteile größtenteils selbst krystallisierbar sind, letzteres wenn der Nichtzucker überwiegend aus nicht krystallisierbaren Stoffen, sog. Colloïden, besteht. Im ersteren

Falle werden die Verunreinigungen mit dem Zucker zusammen und gleichzeitig kryſtalliſieren, können daher die Kornbildung nicht hindern, während ſie im zweiten Falle, ſobald ſie ein gewiſſes Maß überſchreiten, in hohem Grade der Kryſtalliſation des Zuckers hinderlich werden. Hierbei können ſchon geringe Verſchiedenheiten im Gehalte an unkryſtalliſierbarem Nichtzucker ſich in erheblichem Maße geltend machen.

Wenn aber demnach der Reinheitsquotient durchaus nicht als abſoluter Maßſtab für die Kryſtalliſationsfähigkeit der Säfte gelten kann, ſo gehen doch alle die Reinigungsoperationen, die wir mit dem Rübenſafte vornehmen, darauf hinaus, nicht nur Nichtzuckerſtoffe zu entfernen, ſondern auch die unkriſtalliſierbaren unter denſelben in kryſtalliſierbare zu verwandeln, und ein höherer Reinheitsquotient wird daher in der Regel auch eine Verminderung der Colloïde bedeuten.

Von zwei Säften, bei denen der Reinheitsgrad des einen 88 beträgt, während der andere einen Reinheitsgrad von 89 hat, von denen der eine alſo in der Trockenſubſtanz nur 1 Proz. Zucker mehr enthält, als der andere, kann der erſtere möglicherweiſe wenig für das Kochen auf Korn geeignet ſein, während der letztere dabei eine vorzügliche Ausbeute an Kryſtallen ergiebt.

Es wird daher alles, was man thun kann, um auf einen höheren Reinheitsgrad hinzuwirken, ſich faſt ſtets durch eine höhere Kryſtalliſationsfähigkeit des Zuckers lohnen. Daher muß der Behandlung der Säfte in den Vorſtationen ſtets die größte Aufmerkſamkeit gewidmet ſein, denn die Kunſt des geſchickteſten Siedemeiſters wird zu Schanden, wenn ihm nicht brauchbares Material zur weiteren Verarbeitung überliefert wird. Allerdings bleibt dem Fabrikanten immer noch, als letzte Auskunft, ein einfaches und zweckmäßiges Hilfsmittel, den Saft an kryſtalliſierbarem Zucker zu bereichern und ein günſtigeres Verhältnis zum Nichtzucker herzuſtellen, welches man bei allen Säften, auch den beſten, ſtets anwendet, wenn es ſich um direkte Fabrikation von Konſumware handelt, nämlich das, was man techniſch als das Einwerfen bezeichnet.

Bei der Kryſtalliſation der Syrupe erhält man Produkte, welche als Marktware häufig ſchwer, oder nur zu verhältnismäßig geringen Preiſen abzuſetzen ſind, weil ihre Farbe, oder ihre ſonſtige Beſchaffenheit nicht den Anforderungen des Handels entſpricht. Da ſie auf künſtliche Weiſe von Syrup befreit ſind, ſo enthalten ſie wenig nicht

kryſtalliſierbare Stoffe, jedenfalls iſt ihr Reinheitsgrad immer ein höherer, als der des Dickſaftes. Dieſe verwendet man als Einwurf, d. h. man löſt ſie in dem Dickſafte und verarbeitet ſie mit dieſem von neuem.

Zur Ausführung des Einwerfens nimmt man den Dickſaft mit geringerer Konzentration aus dem Verdampfapparate z. B. mit 36 bis 40° Saccharometer, heiß gewogen, und löſt ſo viel von den Nachprodukten, dem Einwurfe, darin auf, bis er die gewünſchte Konzentration erlangt hat.

Man habe einen Dickſaft von 88 Reinheitsgrad, ſo wird ein beſtimmtes Volum davon alſo enthalten:

880 kg Zucker
120 „ Nichtzucker
1000 kg im ganzen,

löſt man in dieſem Volum 200 kg Trockenſubſtanz eines Zuckers von 94 Reinheit, ſo enthält der Saft dann:

1068 kg Zucker
132 „ Nichtzucker
1200 kg im ganzen

oder der Reinheitsgrad des Saftes iſt auf 89 geſteigert.

Durch das Einwerfen erzielt man auf leichteſte und wenig koſtſpielige Weiſe ein Umarbeiten der Nachprodukte und eine Verwandlung derſelben in Material von höherem Werte, und gleichzeitig verbeſſert man dadurch die Beſchaffenheit des Saftes.

Zum Kochen auf Korn bedient man ſich mit Vorliebe recht großer Apparate, da die Kryſtalliſation bei Verarbeitung großer Maſſen günſtiger verläuft als bei kleinen, und da man bei großen Apparaten auf die Kryſtallbildung längere Zeit verwenden kann. Wenn dieſes zwar ein Vorteil iſt, ſo iſt die Benutzung kleiner Apparate darum nicht ausgeſchloſſen, es läßt ſich in ihnen ebenſo ſchönes Korn kochen, nur erfordert dieſes viel mehr Vorſicht und Aufmerkſamkeit.

Denken wir uns einen großen modernen Apparat mit mehreren z. B. vier übereinander befindlichen Heizkörpern, ſo nimmt man zunächſt den Apparat ſo weit voll Saft, daß die unterſte Etage davon bedeckt wird. Durch die Thätigkeit der Luftpumpe entfernt man die Luft und läßt in die unterſten Rohre Dampf. Anfangs kocht man, wie wenn man blank kochen wollte: bei einem Vakuummeterſtande

von etwa 610 mm und einer Temperatur im Dampfraume von etwa 60° C. zieht man so viel Saft nach, daß die untersten Dampfrohre beständig bedeckt bleiben. Hat man diese Saftmenge so weit gebracht, daß sie die Fadenprobe zeigt*), so mäßigt man den Zutritt des Dampfes um etwas, verstärkt dagegen die Einspritzung in den Kondensator so weit, daß der Vakuummeterstand auf 668 mm kommt und die Temperatur im Dampfraume auf etwa 50° C. herabgebracht wird.

Herbeigeführt durch die verringerte Spannung erfolgt reichlichere Dampfbildung, damit Hand in Hand eine weitere Konzentration des Saftes und Temperaturerniedrigung. Der bei der höheren Temperatur mit Zucker gesättigte Saft kann nun bei der weiteren Konzentration und der niederen Temperatur die Gesamtmenge des Zuckers nicht mehr in Lösung halten, ein Teil desselben scheidet sich in Form von Kryställen ab, die man sehr bald als glänzende Körner an den gegen die Glasaugen geschleuderten Massen des Saftes oder an einer durch den Probehahn auf eine Glasplatte abgelassenen Probe erkennen kann.

Diese Kornbildung ist für das Aussehen des zu produzierenden Zuckers von großer Bedeutung, bei ihr zeigt hauptsächlich der Kocher seine Kunst. Bildet derselbe nämlich anfangs wenig Korn, so finden die sich im weiteren Verlaufe der Arbeit ausscheidenden Zuckermoleküle wenig Kryställisationszentren, es werden sich demnach wenig, aber große Kryställe bilden (grobes Korn), umgekehrt entsteht feines Korn, wenn die sich ausscheidenden Zuckermoleküle auf eine sehr große Anzahl von Kryställisationszentren sich verteilen müssen.

Bemerkt man eine Zunahme und Vergrößerung der Kryställe nicht mehr, so zieht man eine kleine Menge, auf 100 l der im Apparate enthaltenen Masse nicht mehr als 2 l, Saft ein. Würde man eine größere Menge nehmen, so würde man den übrigen Teil so stark verdünnen, daß die bereits gebildeten Kryställe wieder gelöst werden würden, während die Masse bei dem angegebenen Verhältnisse nur eine etwas dünnere Beschaffenheit annimmt und der Überschuß von Wasser in ganz kurzer Zeit verdampft. Man läßt absichtlich Temperatur und Druck etwas ansteigen, um sie bald wieder zu ermäßigen, wobei von neuem die Kryställisation beginnt und das Wachstum der Kryställe voranschreitet.

*) Die Beschreibung der Fadenprobe s. später unter „Blankkochen".

Nun wird wieder eine geringe Menge von Saft eingezogen und damit wie vorher verfahren. Bei wechselndem Einziehen und Konzentrieren füllt sich der Apparat mehr und mehr. Erreicht der Stand der Masse eine solche Höhe, daß die zweite Heizetage davon bedeckt wird, dann wird auch diese angeheizt und schließlich auch die beiden obersten. In dem Maße, wie der Apparat sich füllt, können die jedesmaligen Einzüge vergrößert werden. Doch hält man immer möglichst an dem obigen Verhältnisse fest, um sich nicht der Gefahr auszusetzen, einen Teil des schon kryſtallisierten Zuckers wieder zu lösen.

Ist die Kryſtallisation einmal eingeleitet, so sucht man durch ruhiges Sieden die Bewegung der Masse möglichst gering zu halten, wenn es Absicht ist, ein grobes Korn zu erhalten; es wird dann der aus dem flüssigen in den festen Zustand übergehende Zucker sich vorzugsweise auf den Flächen der bereits vorhandenen Kryſtalle ablagern und dadurch ihr Wachstum herbeiführen, während bei starker Bewegung vorzugsweise neue Individuen entstehen. Will man dagegen umgekehrt ein feines Korn haben, so begünstigt man die Bewegung der Masse durch lebhafteres Sieden.

Ebenso kann man auf die Ausbildung der Kryſtalle durch die Größe des jedesmal genommenen Einzuges hinwirken. Zieht man immer nur ganz geringe Mengen von Saft ein, so bleibt zwischen je zwei Einzügen höchst wenig Zeit, die nicht hinreichend ist, um die Kryſtalle genügend wachsen zu lassen, es werden sich daher unter diesen Umständen kleine Kryſtalle bilden. Nimmt man dagegen die Einzüge stärker, so vergehen ein paar Minuten mehr, ehe der nächste Einzug erfolgt, und diese Zeit wird durch das Wachstum der Kryſtalle ausgenutzt. Selbstverständlich darf die Vergrößerung der Einzüge nie so weit gehen, daß die vorhandenen Kryſtalle wieder gelöst werden. Dieses ist jedoch bei starken, auf die Bildung großer Kryſtalle berechneten Einzügen nie ganz zu vermeiden, durch geschickte Benutzung desselben kann man aber diesen scheinbaren Schaden zum Vorteile wenden.

Jeder lösliche Körper löst sich um so viel rascher, je mehr Berührungspunkte er der lösenden Flüssigkeit darbietet; da nun die Oberfläche einer in kleinste Teile zerlegten Menge von Substanz außerordentlich viel größer ist, als wenn dieselbe Menge von Substanz aus gröberen Teilen besteht, und da die Zahl der Berührungspunkte immer der Größe der Oberfläche proportional ist, so ist es klar, daß unter

sonst gleichen Umständen die kleinen Krystalle sich rascher lösen werden als die großen. Indem nun bei dem Einziehen die kleinen Krystalle verschwinden, wird ihre Substanz zu der um so viel rascheren Sättigung der eingezogenen Flüssigkeit dienen, bei der Verdampfung der letzteren wird das Gelöste zur Ablagerung an die Flächen der größeren Krystalle verwandt, die dadurch eine entsprechende Vergrößerung erfahren.

Je nach der Art des darzustellenden Zuckers, je nachdem derselbe grobkörnig oder feinkörnig ausfallen soll, wird man daher die Bildung der Krystalle auf verschiedene Weise regeln.

Ist das Vakuum genügend angefüllt, so schreitet man zum Ab- oder Fertigkochen des Sudes, d. h. man kocht weiter, ohne neue Mengen Saft nachzuziehen und konzentriert dadurch den zwischen den Krystallen befindlichen Syrup. Der dabei sich ausscheidende Zucker lagert sich, bei richtiger Leitung des Abkochens an die schon vorhandenen Krystalle an. Damit sich dabei möglichst wenig geringes Korn bildet, kocht man langsam ab und bewirkt ein langsames, möglichst tiefes Herabgehen der Temperatur dadurch, daß man den Dampf schwächer und das Wasser am Kondensator stärker stellt. Wird die konzentrierte Füllmasse zu heiß abgelassen, so scheidet sich der Zucker beim Abkühlen außerhalb des Vakuums in feiner Form ab. Den Zeitpunkt der Beendigung des Kochens erkennt man an der Beschaffenheit der Füllmasse. In dieser soll eine reichliche Menge von Krystallen vorhanden sein, sie soll so viel Krystalle und so wenig Flüssigkeit enthalten, daß eine Probe, auf einen festen Körper gebracht, nicht mehr auseinander fließt. Jedoch ist in dieser Beziehung wieder keine allgemein gültige, bestimmte Grenze vorzuschreiben, je nach der Güte des Saftes, je nach der Art der Krystallisation darf mehr oder weniger weit gegangen werden. Bei sehr reinem Safte und sehr großen Krystallen kann man das letzte Kochen so weit treiben, daß nur noch eine sehr geringe Menge von Syrup übrigbleibt, da dieser dann flüssig genug ist, um später von den großen spiegelblanken Flächen der Krystalle freiwillig abzulaufen. Ist der Saft dagegen weniger rein, und hat man auf feineres Korn gekocht, so muß man das Kochen etwas früher beenden, da ein zu weit eingedickter Syrup zäh an den Krystallen hängt, und da die kleineren Krystalle zu viel Berührungspunkte darbieten, die die Trennung derselben vom Syrup erschweren.

8. Störungen beim Kochen.

Nicht immer geht das Kochen der Füllmassen so glatt, wie es wünschenswert ist und wie wir soeben beschrieben haben. Es kommen mitunter Störungen vor, welche die Geduld des Kochers auf harte Proben stellen.

Während der Saft beim normalen Sieden regelmäßige Wellen wirft, findet mitunter, infolge einer schleimigen Beschaffenheit desselben, lebhafte Schaumbildung statt. Stellt diese sich nur im Momente des beginnenden Siedens ein, wie es sehr häufig vorkommt, so ist die Gefahr nicht groß, durch Verringerung der Hitze, durch etwas aus dem Butterhahn zugelassenes Fett kann ihr vorgebeugt werden. Hält aber diese Schaumbildung an, so ist die größte Aufmerksamkeit erforderlich. Alle Augenblicke droht der Inhalt des Vakuums überzusteigen, die Hand darf das Dampfventil nicht verlassen, das Auge muß beständig auf das Innere des Apparates gerichtet sein, um bei zu starkem Aufsteigen das Dampfventil sofort zu schließen, den Lufthahn zu öffnen. Die einzige Hilfe bei so beschaffenem Klärsel ist, möglichst langsam zu kochen und so wenig Saft einzuziehen, daß die Heizschlange nur gerade bedeckt bleibt.

Bei solchem Vorkommnis ist dann nachzuforschen, ob bei einer früheren Operation ein Fehler gemacht ist, ob die Scheidung, die Saturation nicht so ausgeführt ist, wie sie es sollte; durch vermehrten Kalkzusatz bei der Scheidung und durch verstärkte Saturation ist häufig Abhilfe zu schaffen.

Eine andere ebenso widerwärtige Erscheinung äußert sich auf die entgegengesetzte Weise. Hat der Saft eine gewisse Konzentration erreicht, bis zu welcher alles auf durchaus normale Art verlaufen ist, so hört plötzlich, ohne daß die Heizung verringert wäre und ohne daß der Druck sich verstärkt habe, alle Bewegung auf, der Saft liegt ruhig, einer geschmolzenen Fettmasse gleich, im Apparate und ist selbst durch vermehrte Heizung nicht wieder zum Aufwallen zu bringen. Die vorher schwache Färbung vermehrt sich immer mehr, der Inhalt des Apparates nimmt eine braune Farbe an, infolge einer Umwandlung des Zuckers in Karamel.

Dieses Schwer- oder Fettkochen kann durch zwei verschiedene Ursachen bedingt werden. Es tritt allemal ein, wenn der Saft zu stark alkalisch ist, es kann ihm vorgebeugt werden, indem man die Säfte

mit irgend einer Säure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure neutralisiert. Diese nachträgliche Korrektur der Alkalität des Dicksaftes sollte jedoch in keiner mit Sorgfalt geleiteten Fabrik sich als nötig erweisen, denn es giebt keinen Dünn- oder Dicksaft, der nicht mit unseren gewöhnlichen Hilfsmitteln, Kohlensäure und schwefliger Säure, auf eine normale Alkalität gebracht werden könnte.

Aber nicht immer ist die alkalische Beschaffenheit des Saftes Schuld am Schwerkochen; dasselbe tritt auch mitunter ein, wenn der Saft fast neutral ist. Bei der Untersuchung solcher Säfte mit Seifenlösung wird man dann stets einen erheblichen Gehalt derselben an Kalk finden. Solche kalkhaltigen, schwer kochenden Säfte können durch mangelhafte Handhabung des Betriebes in der Diffusion, der Scheidung und der Saturation entstehen und man sollte deshalb stets zuerst auf diesen Stationen nach etwaigen Fehlern suchen, häufig aber sind sie auch die Folge der ungünstigen Zusammensetzung der Rüben, wenn diese z. B. unreif geerntet oder schlecht konserviert sind. Ist diese Art des Fettkochens eingetreten, so kann man demselben fast augenblicklich abhelfen, indem man eine Lösung von schwefligsaurem Natron in das Vakuum einzieht. Doch ist auch dies nur ein Notbehelf, weil der gesamte schwefligsaure Kalk, der sich dabei unlöslich ausscheidet, in der Füllmasse und im Zucker verbleibt und den Aschengehalt des letzteren vermehrt; bei weitem besser ist es, durch Entfernung des Kalkes aus dem Dicksafte rechtzeitig dafür zu sorgen, daß ein Schwerkochen überhaupt nicht eintreten kann.

9. Die Huch'sche Kochmaische.

Abweichend von der eben beschriebenen Kochmethode ist die Arbeit mit der Kochmaische nach Patent Huch, deren äußere Ansicht in Fig. 192 dargestellt ist.

Die Huch'sche Kochmaische ist ein mit Dom (*A*) versehener horizontaler Cylinder *D* aus Kesselblech, in dessen Längsachse eine starke mit Rührarmen versehene Welle *E* angebracht ist. Durch das Schneckenrad *B* kann diese Welle in langsame Drehung versetzt werden. Damit die Rührarme sich nicht auf der Welle drehen können, ist letztere soweit sie im Innern des Apparates liegt, vierkantig. Der untere Teil des Cylinders wird von einem zweiten Mantel *C* umfaßt, sodaß ein Zwischenraum entsteht, in welchen man je nach Bedarf durch das

Ventil *b* Heizdampf oder durch das Ventil *c* Kühlwasser einlassen kann. Zur Abführung der in der Heizkammer befindlichen Luft beim Einlassen des Dampfes oder Wassers ist der Lufthahn *a* bestimmt, zum Ablassen des Kondenswassers und des Kühlwassers der Stutzen *e*, *d* ist ein Sicherheitsventil mit Federbelastung.

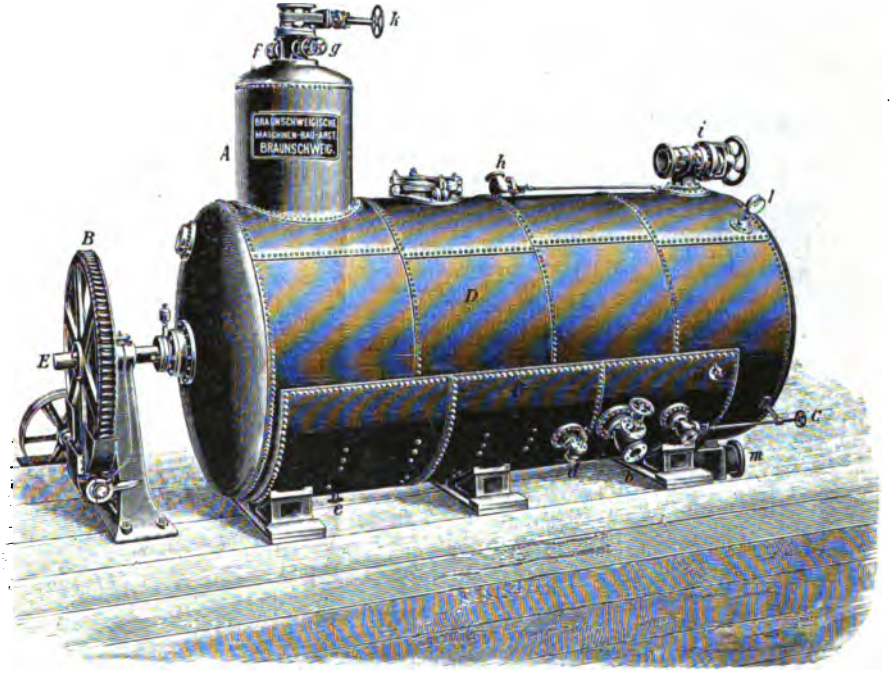


Fig. 192. Huch'sche Kochmaische.

Zur Armatur am Kessel selbst gehört
ein Ventil *i* zum Einziehen der Füllmasse,
„ „ *m* „ Ablassen der fertigen Masse,
„ „ *h* „ Einlassen von Wasser oder verdünntem Syrup,
außerdem ein Manometer *l* und, in der Abbildung nicht sichtbar, weil es sich auf der anderen Seite des Apparates befindet, ein Vakuummeter, ein Thermometer und ein Probehahn.

Am Dome des Apparates sieht man ein Ventil *f* zum Einlassen von komprimierter Luft, ein Ventil *g*, welches dazu dient, Luft in den

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Apparat einzulaſſen, wenn das Kochen beendet iſt, und die Preßluft zu entlaſſen, wenn ſie ihren Dienſt gethan hat, und endlich ein großes Schieberventil K zur Abführung des Brüdens nach dem Kondenſator.

In Fig. 193 iſt die Zuſammenſtellung einer Kochmaiſche mit Vakuum und Centrifugen dargeſtellt.

Bei der Arbeit mit der Huch'ſchen Maiſche wird zunächſt im Vakuum ſelbſt die Füllmaſſe wie gewöhnlich verkocht, jedoch nur bis zu einem Waſſergehalte von etwa 10 Proz., ſodaß ſie noch leicht

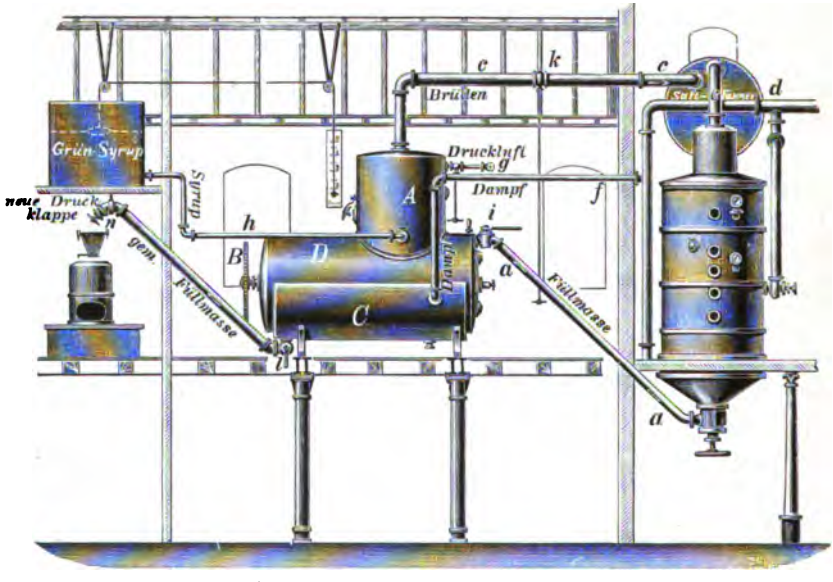


Fig. 193. Vakuum, Kochmaiſche und Centrifuge in einer Ebene.

flüſſig iſt, und dann durch das Rohr a, Fig. 193, in die Maiſche eingelaſſen. Dazu öffnet man die Ventile i und k der Maiſche, ſowie den Butterhahn am Vakuum und ſchließt dagegen ein im Brüdenrohre des letzteren angebrachtes Schieberventil. Da jetzt durch die Wirkung der Luftpumpe in der Maiſche Luftleere entſteht, während die Luftleere im Vakuum verſchwindet, wird die Füllmaſſe raſch in die Maiſche eingezogen. Inzwiſchen hat man ſchon das Rührwerk der letzteren in Bewegung geſetzt und in die Dampfkammer C Dampf von ſehr geringer Spannung (Retourdampf oder reduzierten Dampf von etwa 0,2 Atm.) eingelaſſen.

Die Maische muß so groß sein, daß sie von der Füllmasse eines Sudes nur zum Teile angefüllt wird, weil in derselben noch Syrup Platz finden muß und weil die Verdampfung dadurch rascher von Statten geht. Dieselbe beginnt, sobald das Ventil *i* geschlossen worden ist. Je nach dem Vorschreiten derselben läßt man verdünnten Ablauf vom ersten Produkte und, wenn man will, filtrierte Lösungen von Nachprodukten, oder auch heißes Wasser in die Maische eintreten. Diese Zusätze haben den Zweck, einerseits ein Brechen des Rührwerkes zu verhindern, welches bei reiner Füllmasse unfehlbar eintreten würde, andererseits, das in der Füllmasse enthaltene Feinkorn aufzulösen. Der aufgelöste Zucker scheidet sich dann beim Weiterkochen nicht wieder als Feinkorn aus, sondern vergrößert die vorhandenen Krystalle.

Nachdem der Sud fertig gekocht ist, also das Wachsen der Krystalle aufgehört hat, wird derselbe, wie wir dies beim gewöhnlichen Kochprozesse beschrieben haben, durch Erhöhung der Luftleere, auf 40 bis 45° abgekühlt. Durch Einlassen von Wasser in den Dampfmantel *C* kann man diese Abkühlung beschleunigen. Alsdann schließt man den Schieber *k*, läßt durch das Ventil *g* (Fig. 192) Luft in die Maische eintreten, schließt, nachdem sich der Druck im Innern derselben mit dem Atmosphärendrucke ausgeglichen hat, dieses Ventil wieder und öffnet dafür das Ventil *f* für Preßluft, sowie das Ventil *m*. Die Füllmasse wird dann durch das an *m* anschließende Rohr nach den Centrifugen weggedrückt. Selbstredend muß das Rührwerk im Gange erhalten werden, bis die Kochmaische leer ist.

Die Huch'sche Maische leistet überall da gute Dienste, wo besonderer Wert auf möglichst gleichmäßiges, kräftiges Korn gelegt wird.

10. Dampfsammler, Wassersammler und Kondenstopf.

In den bisherigen Abschnitten ist wiederholt vom Dampfsammler und vom Wassersammler die Rede gewesen, ohne daß über diese sehr wichtigen Apparate näheres mitgeteilt worden wäre.

Der Dampfsammler ist ein allseitig geschlossenes Gefäß aus Schmiedeeisen, in welchem sämtliche Dämpfe zusammenströmen, die an irgend einer Stelle der Fabrik ihre Dienste gethan haben. Es sind dies vor allem die Rückdämpfe der Dampfmaschinen, außerdem aber die Dämpfe, welche zum Anheizen der Säfte durch Schlangen oder in Kalorisatoren oder zum Kochen und Verdampfen im Cirkulator gedient

haben, wenn man nämlich für diese Zwecke Dampf von höherer Spannung verwendet hat. Wenn auch nicht jeder dieser Dämpfe in einem besonderen Rohre bis zum Dampfsammler hin geführt zu werden braucht, so muß doch jedes der einzelnen Rückdampfrohre mit einem Ventil verschließbar sein, für den Fall, daß Reparaturen an den Maschinen oder Apparaten vorzunehmen sind. Es hat demnach jede Maschine, jede Dampfschlange, jeder Vorwärmer u. s. w. sein eigenes Rückdampfventil; häufig sitzen alle diese Ventile an einem langen, weiten, sich durch die Fabrik ziehenden Rohre, durch welches der Dampf dem Sammler zugeführt wird.

Der gesammelte Dampf wird wohl überall vorzugsweise zum Heizen der Verdampfapparate verwendet, denen er durch ein weites Rohr zugeleitet wird, doch speist man wohl auch andere Apparate, besonders auch die Heizrohre des Kryställisierraumes für Nachprodukte, mit demselben.

Auf dem Dampfsammler ist zur Kontrolle der in ihm herrschenden Spannung ein Manometer angebracht; auch befindet sich auf demselben ein Sicherheits-Ventil, welches der Verdampfer mittels einer Kette heben kann, falls er vorübergehend keine Verwendung für den Retourdampf hat.

Der Wassersammler, auch Retour d'eau genannt, ist ein ebensolches Gefäß, wie der Dampfsammler und dazu bestimmt, alles kondensierte Wasser aufzunehmen, welches in der Fabrik entsteht. Ihm werden demnach alle die heißen Wässer zugeleitet, welche sich überall da bilden, wo Apparate mit niedrig gespanntem Dampfe geheizt werden, hauptsächlich also das Kondenswasser vom Dünnsaftapparate. Werden Vakuums, Kalorisatoren, Dampfschlangen oder Heizrohre mit Rückdampf geheizt, so fließt auch das Wasser von diesen dem Wassersammler zu. Das Ammoniakwasser der Verdampfapparate wurde in früheren Zeiten gewöhnlich zum Kochen u. s. w. der Knochenkohle benutzt; nachdem diese abgeschafft war, lief dasselbe häufig weg, jetzt wird es jedoch überall, wo man auf Kohlenersparnis Wert legt, durch die Brüdenpumpe ebenfalls in den Wassersammler befördert, um dann bei der Speisung der Dampfkessel Verwendung zu finden.

Der Wassersammler ist mit einem Überlaufrohre versehen, welches überflüssiges Wasser in den Abflußkanal der Fabrik leitet; außerdem ist an demselben ein Thermometer angebracht, welches die im Inneren desselben herrschende Temperatur anzeigt.

Auch das mit dem Rückdampfe in den Dampfsammler gelangende Kondenswasser läuft von da in den Wassersammler. Zur Überführung desselben findet man häufig die sog. Posaune verwendet, die man vielfach auch zur Abführung des Kondenswassers vom ersten Verdampfapparate nach dem Wassersammler benutzt. Diese Posaune ist ein Rohr, welches vom Boden des Dampfsammlers 3 bis 4 m senkrecht nach unten, dann mit einer Biegung wieder vertikal in die Höhe führt und schließlich in den Wassersammler mündet. Durch dieses Rohr kann ausschließlich Wasser nur dann aus dem Dampfsammler ablaufen, wenn die Spannung in letzterem nicht höher ist, als der Wassersäule im aufsteigenden Teile der Posaune entspricht. Man muß daher meist, um unter allen Umständen gegen Dampfverluste gesichert zu sein, die Posaune ziemlich tief in die Erde gehen lassen; da aber auch dies seine Übelstände hat, thut man besser, das Wasser aus dem Dampfsammler mittels eines gut funktionierenden Kondenstopfes in den Wassersammler überzuleiten.

Der Kondenstopf oder Kondenswasserableiter ist ein Apparat, der den Zweck hat, aus einem dampfgefüllten Raume nur das sich bildende Kondenswasser abzuführen, den Dampf jedoch zurückzuhalten. Man bringt denselben nicht nur an dieser Stelle an, sondern überall, wo sich Dampf in geschlossenen Räumen, wie Schlangen, Röhren u. dergl., kondensieren kann. So leitet man z. B. den Rückdampf der Schlangenvakuums in Kondenstöpfe und nur das Wasser aus diesen in den Dampfsammler; wo man im Vakuum, wie bei dem Heckmann'schen, mit Dämpfen verschiedener Art kochen kann, sind zwei solcher Kondenstöpfe angebracht, von denen der eine das aus zum Kochen benutztem Rückdampfe kondensierte Wasser zum Wassersammler, der andere das aus höher gespannten Dämpfen entstandene zum Dampfsammler abführt. Da das letztere die Temperatur des über ihm stehenden Dampfes, also mehr als 100°, besitzt, darf man es nicht zum Wassersammler abführen, weil es in diesem unter Abkühlung auf 100° Dampf entwickeln würde, der durch das Überlaufrohr entweichen, also verloren gehen würde.

Der Zweck des Kondenstopfes wird auf die verschiedenste Art erreicht; manche Konstruktionen beruhen darauf, daß ein Schwimmer einen Hahn oder ein Ventil öffnet, sobald er durch das sich ansammelnde Wasser gehoben wird, und denselben oder dasselbe beim Sinken wieder

schließt; bei anderen verschließt ein Schwimmertopf ein Auslaufrohr so lange er leer ist, also auf dem ihn umgebenden Wasser schwimmt, und dieses Rohr öffnet, sobald er durch einfließendes Wasser zum Sinken gebracht wird. Alle diese Konstruktionen zu besprechen, würde zu weit führen, wir beschränken uns daher auf die Beschreibung des in Fig. 194 abgebildeten, nach dem letztgenannten Prinzip konstruierten Raßmus'schen Kondensationswasser-Ableiters.

Fig. 194. Raßmus'scher Kondenstopf.

Derselbe besteht aus einem eisernen cylindrischen Gefäße, welches durch den oberen, in der Zeichnung rechtsseitigen Stutzen mit dem unteren Ende der Heizschlange in Verbindung steht.

An der Stelle, wo dieser Stutzen in den Innenraum des Gefäßes eintritt, ist eine Schnauze angebracht, welche das aus der Heizschlange kommende Wasser gegen die Wand des Gefäßes führt. Sobald sich in dem Gefäße eine gewisse Menge von Wasser gesammelt hat, wird der im Innern befindliche Schwimmertopf durch den Auftrieb gehoben und es legt sich damit die als Ventil wirkende Platte gegen die abgeschliffene Mündung des Mittelrohres, durch welches bis dahin der Dampf in die Retourleitung entwichen war. Nach kurzer Zeit ist der Raum zwischen dem Schwimmertopfe und dem Gefäße mit Wasser gefüllt und es fließt alsdann das Wasser über den Rand des Topfes in diesen hinein. Ist der Topf so weit gefüllt, daß das Gewicht des darin befindlichen Wassers etwas mehr beträgt, als der Auftriebskraft entspricht, so senkt sich der Schwimmertopf, macht dadurch die untere Öffnung des Mittelrohres frei, und es wird eine ent-

sprechende Menge von Wasser durch den im Gefäße herrschenden Dampfdruck, durch das Mittelrohr, in der Richtung der Pfeile in die Retourleitung getrieben. Dieses dauert nur einen Augenblick, denn sobald so viel Wasser aus dem Innentopfe entfernt ist, daß der Auftrieb des Gefäßes das Übergewicht bekommt, so hebt sich der Topf wieder, verschließt das Ausgangsrohr, bis wieder Wasser in genügender Menge zugeflossen ist, um den Topf soweit zu belasten, daß er das Übergewicht erhält, worauf ein neues Austreiben des Wassers erfolgt.

Aus der besprochenen Zusammenwirkung der beiden Apparate geht hervor, daß der Dampfsammler stets höher liegen muß, als der Wassersammler; man giebt den beiden praktischerweise gewöhnlich die Gestalt walzenförmiger, parallel- und horizontalliegender Kessel, von denen der untere, der Wassersammler, 1 bis $1^1/_2$ m über dem Fußboden der Fabrik liegt. Das in letzterem sich ansammelnde heiße Wasser wird, wie wir wiederholt anführten, zum Speisen der Dampfkessel verwendet, alle Speisepumpen aber fördern nur dann heißes Wasser mit Sicherheit, wenn ihnen dasselbe von einer höher gelegenen Stelle zuläuft.

Fünfter Abschnitt.

Die Füllmasse.

Die aus dem Vakuum kommende Füllmasse ist von wechselndster Beschaffenheit. Das Verhältnis von Zucker, Nichtzucker und Wasser ist das verschiedenste, es giebt Füllmassen, welche bis zu 92 Proz. Zucker enthalten, während andere einen Zuckergehalt von wenig über 85 Proz. haben. Der Wassergehalt kann bei sehr reinen, auf grobes Korn gekochten Füllmassen weniger als 6 Proz. betragen, man hat es dann mit einem höchst dickflüssigen, kaum beweglichen Kryſtallbrei zu thun, anderseits steigt der Wassergehalt bis gegen 10 Proz.

Diese Verschiedenheiten der Füllmasse sind bedingt durch die Art und Weise, wie beim Kochen verfahren ist, und die Leitung des Kochens ist wieder abhängig, wie im letzten Kapitel gezeigt worden ist, von der Beschaffenheit des zum Verkochen kommenden Materials. Je nachdem dieses besser oder schlechter, reiner oder unreiner ist, wird man gezwungen sein, eine Füllmasse von bestimmter Beschaffenheit daraus darzustellen, und je nachdem diese ausfällt, muß auch die weitere Verarbeitung der Füllmasse eine verschiedene sein. Im großen und ganzen sind hierbei zwei Möglichkeiten gegeben, die Füllmasse wird entweder auf Rohzucker oder auf Konsumzucker verarbeitet.

Bei der Verarbeitung von geringem Materiale wird man sich immer auf die Produktion von Rohzucker zu beschränken haben. Ist man aber im Besitze eines Bodens, welcher vorzügliche Rüben liefert,

ist bei der Gewinnung und Verarbeitung der Säfte darauf hingezielt worden, daß die Reinigung so weit wie irgend möglich getrieben werde, dann kann es in Frage kommen, ob die weitere Leitung des Betriebes auf die Darstellung von Rohzucker beschränkt werde, oder auf die von Konsumzucker zu richten sei. Die Beantwortung dieser Frage ist nicht ganz leicht. Die einen betrachten die Zuckerfabrikation als einen Nebenbetrieb der Landwirtschaft und stimmen dafür, ebenso wie in ihren übrigen Produkten, nur ein Rohmaterial für eine andere Industrie, die Raffinerie, zu liefern, während andere, die Zuckerfabrikation für einen selbständigen Industriezweig erklärend, die möglichste Verfeinerung ihrer Ware anstreben. Den Besitz eines geeigneten Materials vorausgesetzt, so werden folgende Verhältnisse: Handelsbeziehungen, Größe des Betriebskapitales, Umfang des Betriebes und Intelligenz der Leitung, in dieser Beziehung den Ausschlag geben müssen.

Vor allen Dingen kommen hier die Handelsverhältnisse, die Größe der Nachfrage nach einer bestimmten Art der Ware, in Betracht. Unsere deutschen Fabriken sind jetzt für den Absatz des größten Teiles ihres Produktes auf den englischen und amerikanischen Markt angewiesen. Dort wird vorzugsweise Rohzucker gekauft, um diesen zusammen mit Kolonialzucker zu raffinieren. Infolgedessen beschränken sich die meisten unserer Fabriken, selbst wenn sie sehr wohl in der Lage wären, Konsumzucker zu produzieren, auf die Darstellung von Rohzucker.

Ist die Fabrik von einem der großen Zentralpunkte der Fabrikation entfernt gelegen, so daß man beim Verkaufe sich darbietende Konjunkturen schwer ausnutzen kann, sind die Transportverhältnisse schwieriger Art, so daß man sein Material nicht in kürzester Zeit auf beliebig weite Entfernungen versenden kann, so stellen sich die Chancen für die Rohzuckerfabrikation ungünstig und es wird vorteilhafter sein, auf Konsumware zu arbeiten und namentlich dann, wenn man seine Produktion in nächster Nähe absetzen kann.

Bei geringem Betriebskapitale, welches die Ausnutzung von Konjunkturen nicht gestattet, welches seinen Vorteil nur in einem raschen „Umsatz und Absatz" der Ware findet, wird Rohzuckerfabrikation angezeigt sein, da sie es gestattet, nach Verlauf von wenig Tagen bereits den Wert des Produktes in Geld zu verwandeln, während die Darstellung von Konsumzucker mehr Zeit erfordert und somit die Zirkulation des Betriebskapitales verlangsamt.

Geringer Umfang des Betriebes spricht ebenfalls für die Rohzuckerfabrikation. In demselben Maße, wie man Reinheit der Produkte erstrebt, vermehren sich die Nebenprodukte, die weiter zu verarbeiten sind, um sie in Handelsware zu verwandeln. Hat man dabei mit großen Massen zu thun, so ist leicht ein geregeltes Fabrikationssystem inne zu halten, es kann z. B. ein Vakuum ausschließlich für das Verkochen des Dicksaftes verwandt werden, während ein zweites gleichzeitig zum Kochen der Syrupe dient; bei kleinem Betriebe ist solche Regelmäßigkeit nicht zu erzielen, dasselbe Vakuum muß, wenn es ein Quantum Dicksaft fertig gekocht hat, die Syrupe verarbeiten. Es ist dies nur ein Beispiel, es ließen sich deren viele anführen, die alle dafür sprechen, daß bei geringerem Umfange der Betrieb möglichst zu vereinfachen, von jeder Komplikation frei zu halten sei.

Nicht zum wenigsten kommt endlich bei der Konsumzuckerfabrikation der Grad der Intelligenz der Leitung und die Zuverlässigkeit der Arbeiter in Betracht. Ist es in dieser Beziehung nicht zum besten bestellt, so bleibe man der Fabrikation der feineren Ware fern, da Unachtsamkeit und Unkenntnis hier weit größeren Schaden anrichten können, als bei der Darstellung des Rohzuckers.

Erstes Kapitel.

Die Gewinnung des Erstproduktes.

1. Die Arbeit mit Schützenbach'schen Kästen.

In den älteren Fabriken wird die fertige Füllmasse in sogen. Schützenbach'sche Kästen abgelassen. Es sind dies viereckige Kästen aus Eisenblech, die oben etwas weiter sind, als am Boden, und etwa 100 bis 125 kg Füllmasse zu fassen vermögen. Dicht über dem Boden derselben ist eine Tülle von etwa 2 cm Durchmesser angebracht, die man mit einem Stöpsel von Gummi oder Holz verschließt; außerdem sind dieselben an zwei einander gegenüber liegenden Wänden mit kräftigen Handgriffen zum Tragen versehen. Diese Kästen wurden später von W. Rothe in Bernburg verbessert, indem ihnen ein wesentlich größerer Inhalt, bis zu 500 kg, gegeben wurde und die Tülle im Boden selbst angebracht und durch eine Schraube verschließbar gemacht wurde.

Um die Kästen vor Rost zu schützen und denselben eine möglichst glatte Oberfläche zu geben, die das Anhaften von Füllmasse erschwert, werden dieselben in jedem Sommer sorgfältig lackiert oder von Zeit zu Zeit neu verzinkt; nach dem Lackieren oder Verzinken stellt man ihr Gewicht fest und verzeichnet dasselbe durch Aufdruck mit Ölfarbe an einer der Außenwände. An dieser Station nämlich findet zum erstenmale im Laufe des Betriebes die Feststellung der Ausbeute durch Verwiegen der gefüllten Kästen statt; dieselbe wird erleichtert, wenn man das Gewicht ein für allemal kennt.

Zur Beurteilung der Betriebsergebnisse und Berechnung der Betriebsverluste (s. S. 27) gehört aber außerdem noch, daß man den

*) Die Bezeichnung der Füllmassenkästen als Schützenbach'sche ist, streng genommen, nicht richtig, wenn sie auch allgemein gebräuchlich ist. Schützenbach hatte in seinen Kästen über dem Boden noch ein Sieb liegen, durch welches der Syrup aus der Füllmasse ablaufen konnte.

Zuckergehalt der Füllmasse kennt; zu dem Zwecke muß von jedem Sude eine Probe entnommen werden. Auf die Entnahme dieser Probe muß große Sorgfalt verwendet werden; eine genaue Durchschnittsprobe zu nehmen ist sehr schwer, weil in demselben Sude Syrup und Zucker nie ganz gleichmäßig verteilt sind. Am meisten empfiehlt es sich, von jedem Sude mehrere, mindestens drei Proben während der verschiedenen Stadien des Ausfüllens zu nehmen und diese durch Kneten mit der Hand zu mischen. Von jeder dieser im Laufe einer Woche sich ergebenden Proben werden 20 g abgewogen und in einem mit eingeriebenem Stöpsel versehenen großen Standglase verwahrt. Nachdem der letzte Sud einer Woche abgelaufen und gemustert ist, wird die so gesammelte Durchschnittsprobe der Woche durchgeknetet und vollständig untersucht, d. h. man stellt ihren Gehalt an Zucker, Asche und Wasser fest und berechnet aus diesen Zahlen ihren Gehalt an Trockensubstanz und Nichtzucker, sowie ihren wirklichen Reinheitsquotienten.

Nachdem die Füllmasse in den Kästen 6 bis 10 Stunden gestanden hat — eine feste Norm für diese Zeit läßt sich nicht geben, weil dieselbe von der im Füllhause herrschenden Temperatur und der Temperatur und Qualität der fertigen Füllmasse abhängt — wird sie aus denselben herausgebracht (gelöscht); dies geschieht am besten mit komprimierter Luft, die man meist mittels einer kleinen, im Füllhause selbst aufgestellten Kompressionspumpe herstellt. Man leitet dieselbe den Kästen, welche man zu dem Zwecke umgedreht, mit dem Boden nach oben gelegt hat, durch einen starken Gummischlauch zu, dessen Ende mit einer hohlen, eisernen Spitze versehen ist. Wird diese Spitze in die am Boden des Kastens befindliche Tülle fest eingedrückt, so löst sich der Füllmasseblock vollkommen von den Wänden los. Um dieses Loslösen zu erleichtern, werden die Wände der Kästen vor dem Füllen etwas mit Wasser benetzt.

2. Die Schleudermaschinen oder Centrifugen.

Die Zerlegung der Füllmasse in Zucker und Syrup geschieht in Rohzuckerfabriken heute allgemein durch Centrifugen.

Um die Konstruktion der Centrifuge hat sich A. Fesca die allergrößten Verdienste erworben, seinen Verbesserungen verdankt dieser Apparat erst seine technische Verwendbarkeit. Fesca's System ist von

den meisten Maschinenfabriken angenommen, in deutschen Zuckerfabriken finden sich wenig andere Maschinen in Gebrauch.

Die in den Zuckerfabriken gebrauchten Centrifugen sind immer cylindrische, oben offene, unten geschlossene Trommeln, mit aus bestem Stahlbleche gefertigter durchlöcherter Wandung. Die Trommel ist an einer in sehr rasche Drehung zu versetzenden, vertikal stehenden Spindel befestigt und befindet sich in einem sie ringsum umhüllenden Gehäuse, dem Mantel, welches unten geschlossen, oben offen ist. Wird die aus Krystallen und Syrup bestehende Füllmasse in die in raschem Umlaufe befindliche Trommel gebracht, so werden die einzelnen Teile der Masse durch die Centrifugalkraft in tangentialer Richtung von der Achse der Trommel fortgeschleudert. Dabei finden die Krystalle ein Hindernis an der Wandung der Trommel, von welcher sie zurückgehalten werden und an deren Rotation sie teilnehmen, während der flüssige Teil, der Syrup, durch die feinen Löcher hindurch geht und von hier ins Weite geschleudert werden würde, wenn nicht die Trommel mit dem Mantel umgeben wäre, gegen dessen Innenwand die einzelnen Syruptröpfchen anprallen, um an derselben herunter zu fließen und am Boden in eine Rinne zu fallen, die den abgeschleuderten Syrup zu einem für seine Aufnahme bestimmten Reservoire führt.

Der Druck, welcher von der in der Trommel befindlichen Füllmasse unter dem Einflusse der Centrifugalkraft auf die Trommelwandung ausgeübt wird, ist ein sehr erheblicher. Er ist bedingt durch die Umlaufsgeschwindigkeit, durch das Gewicht der bewegten Masse und durch die Größe der Trommel. Eine kleinere Trommel wird man daher rascher laufen lassen können als eine größere, letztere auf gleiche Geschwindigkeit gebracht wie erstere, würde einen inneren Druck zu überwinden haben, der leicht größer werden könnte, als daß ihr Material ihm zu widerstehen vermöchte. Im allgemeinen lassen sich folgende Zahlen als Anhaltspunkte geben: Trommeln von 800 mm innerem Durchmesser und 350 mm Siebhöhe, für die Aufnahme von 125 kg Füllmasse berechnet, läßt man 1200 Umdrehungen in der Minute machen, während Trommeln vom 1000 mm Durchmesser und 450 mm Siebhöhe, bei einer Belastung mit 225 kg Füllmasse, nicht mehr als 1000 Umdrehungen in der Minute machen sollen.

Trotz aller Verbesserungen haben die Centrifugen doch auch ihre Nachteile. Bei nicht sachgemäßer Behandlung bieten sie Gefahren,

denen schon Menschenleben zum Opfer gefallen sind. Bei einer unrichtigen Behandlung ist jede, selbst aus bestem Materiale hergestellte Centrifuge durch die ihr innewohnende lebendige Kraft zu zertrümmern, zur Explosion zu bringen, und es dürfte in einem solchen Falle die Wirkung einer platzenden Bombe nicht verderblicher sein, als die einer explodierenden Centrifuge.

Ist aber die Bedienung der Centrifuge eine aufmerksame, wird sie richtig gehandhabt, so verschwindet jegliche Gefahr, und es läßt sich mit Sicherheit behaupten, daß vorgekommene Unglücksfälle nur auf eigenes Verschulden zurückzuführen sind.

Folgende Momente sind vorzugsweise zu beachten:

1. Die Schwungkraft, welche auf das Zerreißen der Trommel wirkt, ist um so viel größer, je mehr der Durchmesser der Trommel verlängert wird. Die Größe, in welcher die Trommeln gebaut werden, wechselt etwa von 750 bis 1000 mm Durchmesser. Am meisten zu empfehlen dürfte das Fesca'sche Normalmaß von 780 mm Durchmesser sein.

2. Zur Anfertigung der Lauftrommel ist nur vorzüglichstes Material, am besten Stahlblech, zu verwenden. Die Verbindungsstellen des Bleches sollten dabei nicht vernietet, sondern auf ihrer ganzen Länge zusammengeschweißt sein.

3. Die Trommel darf nie über das Maß belastet werden, für welches ihre Konstruktion berechnet ist, jede Vermehrung der Belastung steigert die Gefahr der Explosion.

Ebenso ist darauf zu achten, daß die Trommel immer an allen ihren Teilen möglichst gleichmäßig belastet werde, daß der zu schleudernde Zucker an der ganzen Mantelfläche in einer gleich dicken Schicht sich verteile. Dies ist nur möglich zu erreichen, wenn der Zucker als gut gemaischte Masse, die frei von gröberen Klumpen ist, eingebracht wird.

4. Mit der Umdrehungsgeschwindigkeit steigert sich die Schwungkraft, es sollten daher Vorkehrungen getroffen sein, welche eine zu sehr beschleunigte Bewegung unmöglich machen. Für gewöhnliche Verhältnisse ist hierfür durch das Größenverhältnis der bewegenden Teile gesorgt und sollte dies so bemessen sein, daß die Trommel bei normalem Gange der Maschine nicht mehr als 1000 bis 1100 Umdrehungen in der Minute macht. Gefahr droht immer bei einem unregelmäßigen

Gange der Betriebsmaschine, wenn diese z. B. durch zu starke Dampfspannung oder plötzliche Entlastung anderer Teile in zu rasches Laufen gerät. Nimmt man an, daß die Übersetzung so eingerichtet sei, daß die Lauftrommel auf ihre normale Geschwindigkeit von 1000 Umdrehungen in der Minute kommt, wenn der Kolben der Dampfmaschine in der Minute sechzigmal seine Bahn durchläuft, so braucht die Geschwindigkeit des Kolbens nur auf 70 erhöht zu werden, um die Lauftrommel 1166 Drehungen machen zu lassen. Es muß daher die Dampfmaschine mit einem guten und effektiv wirksamen Regulator versehen sein, welcher ihren Gang unveränderlich erhält.

Fig. 195. Umdrehungszähler für Centrifugen.

Um den Unregelmäßigkeiten in der Bewegung so viel wie möglich vorzubeugen, hat man von je her für das Zuckerhaus, hauptsächlich also für den Betrieb der Centrifugen, eine besondere Maschine aufgestellt; es empfiehlt sich dies auch aus anderen Gründen, von denen der wichtigste der ist, daß man hierbei mit dem Zuckerhause weiter arbeiten kann, wenn auch die übrige Fabrik z. B. infolge eines Unfalles zum Stehen kommt.

Bei der großen Wichtigkeit, welche die Umdrehungszahl für die Betriebssicherheit der Centrifugen hat, ist es von Wert, ein Instrument zu besitzen, an welchem man diese Zahl jederzeit ablesen kann. Dasselbe ist, von Dr. O. Braun in Berlin erfunden, in Fig. 195 dargestellt und besteht aus einem hohlen, cylinderförmigen Glaskörper, welcher in ein metallenes Untergestell (*a*) eingekittet und z. T. mit Wasser gefüllt ist. Wird dieser Glaskörper rasch um seine vertikale Achse gedreht, so steigt das Wasser an seinen Wänden in die Höhe und die Oberfläche desselben nimmt die in der Abbildung dargestellte Gestalt an; der tiefste Punkt dieser Oberfläche zeigt an einer an diesem Glaskörper angebrachten Skala die Umdrehungszahl pro Minute an. Das Instrument wird am oberen Ende der Spindel auf die Centrifuge aufgeschraubt.

5. Jedes plötzliche Bremsen der noch in vollem Laufe befindlichen Trommel ist zu unterlassen, weil die lebendige Kraft der Trommel genügend groß sein kann, um in diesem Falle die Trommelwand zu

zerreißen oder die Spindel, auf welcher letztere befestigt ist, zu zertrümmern.

6. Die Lauftrommel ist mit einem genügend starken Schutzmantel von Schmiedeeisen zu umgeben, um durch diesen, für den Fall einer Explosion, dem Umherschleudern der zersprengten Teile vorzubeugen. Unter allen Umständen sollte man sich aber nicht auf die Stärke seines Schutzmantels verlassen, sondern immer dafür sorgen, daß die Behandlung der Centrifuge eine Gewähr für ihre Erhaltung bietet.

3. Konstruktion der Centrifuge.

Bei den von den verschiedenen Fabriken angewandten Konstruktionen der Centrifuge sind zwei Hauptsysteme zu unterscheiden, nämlich:

1. System Fesca. Die Spindel, welche an ihrem oberen Ende die Lauftrommel trägt, ruht unten in einem Kugelspurlager, ihr oberer Teil läuft in einem zwischen Kautschukpuffern gehaltenen Halslager. Die Trommel kann daher bis zu einem gewissen Grade, soweit die Elastizität des Kautschuks dieses zuläßt, hin- und herschwingen. Die Erschütterungen, welche sie verursacht, werden von den Kautschukpuffern aufgenommen und unmerklich gemacht, so daß sie auf einer einfachen Unterlage von Balken an jedem beliebigen Orte, sei es im Erdgeschosse oder auf dem Zuckerboden, aufgestellt werden kann.

2. Englisches System. Das Halslager ist fest mit dem eisernen Untergestelle verbunden. Die Erschütterungen werden daher auf dieses übertragen, weshalb die Centrifugen nur auf einem gut gemauerten Fundamente aufgestellt werden können.

Bei diesem Systeme sind wieder zwei Abarten zu erwähnen.

a) der Bewegungsmechanismus liegt, wie bei Fesca, unter der Lauftrommel,

b) der Bewegungsmechanismus befindet sich über der Lauftrommel.

Von diesen beiden ist der ersteren Art unbedingt der Vorzug einzuräumen, und zwar aus folgenden Gründen:

Abwesenheit jeder Gefahr, daß der Arbeiter von den laufenden Teilen beschädigt werde.

Möglichkeit der Verlängerung des Schutzmantels bis auf die Bodenplatte.

Größere Bequemlichkeit der Arbeit beim Füllen und Entleeren.

Alleinige Möglichkeit der Anbringung gewisser Vorrichtungen, die der Reinigung des Zuckers in der Centrifuge dienen.

4. Centrifuge System Fesca.

Eine Centrifuge nach Fesca'schem Systeme ist in Fig. 196 im vertikalen Mitteldurchschnitte, in Fig. 197 im Horizontalschnitte in der Höhe des Halslagers und in Fig. 198 in äußerer Ansicht dargestellt. Einzelne in den Abbildungen enthaltenen Teile kommen bei den der Rohzuckerarbeit dienenden Centrifugen nicht in Betracht, sondern finden bei der Darstellung des Konsumzuckers Verwendung. Da ihre Anwesenheit das Verständnis nicht stört, so mag, um nicht doppelte Holzschnitte bringen zu müssen, diese Form gewählt sein.

Auf dem gußeisernen Rahmen, der Grundplatte *A A*, die durch Verschraubungen auf einer Balkenlage befestigt ist, befindet sich das Untergestell *B* der Centrifuge und der Bock *C*, welcher die Welle *D* trägt. Der Bock *C* ist auf den auf der Grundplatte befestigten, geschlitzten Platten *a a* verschiebbar und wird durch Schraubenbolzen *b b* in seiner Lage erhalten. Diese Beweglichkeit des Bockes ermöglicht die mehr oder minder starke Anspannung des Riemens, welcher die Lauftrommel bewegt.

Die Welle *D* trägt die Leerscheibe *c* und die Riemenscheibe *c'*, von welcher sie ihre Bewegung erhält. Der Ausrücker *d*, der mittels der Stange *e* und des Kniehebels *f* von der Hinterseite der Centrifuge regiert werden kann, dient dazu, den Treibriemen von der Leerscheibe auf die Triebscheibe zu bringen.

Die Riemenscheibe *g* überträgt, mittels des breiten verschränkten Riemens *h*, die Bewegung von der Welle *D* auf die Riemenscheibe *i*, welche auf der Spindel *E* der Centrifuge befestigt ist.

Das untere Ende der Spindel *E* dreht sich in dem beweglichen, außen kugelförmig abgedrehten Spurlager *k*, welches von dem auf der Grundplatte befestigten, in seinem oberen Teile kugelig ausgedrehten Bocke *l* getragen wird. Die Verbindung der Spindel *E* mit der Riemenscheibe *i* ist durch die, mit dieser aus einem Stücke bestehende, Bremsscheibe *m* gesichert.

Zum Tragen des Halslagers dient der starke Ring *F*. Durch denselben gehen sechs schmiedeeiserne Stangen hindurch, welche an

ihrem, dem Inneren zugekehrten Ende mit einem Ringe *o* verbunden ſind, der das Halslager der Spindel aufnimmt. Ihr entgegengeſetztes

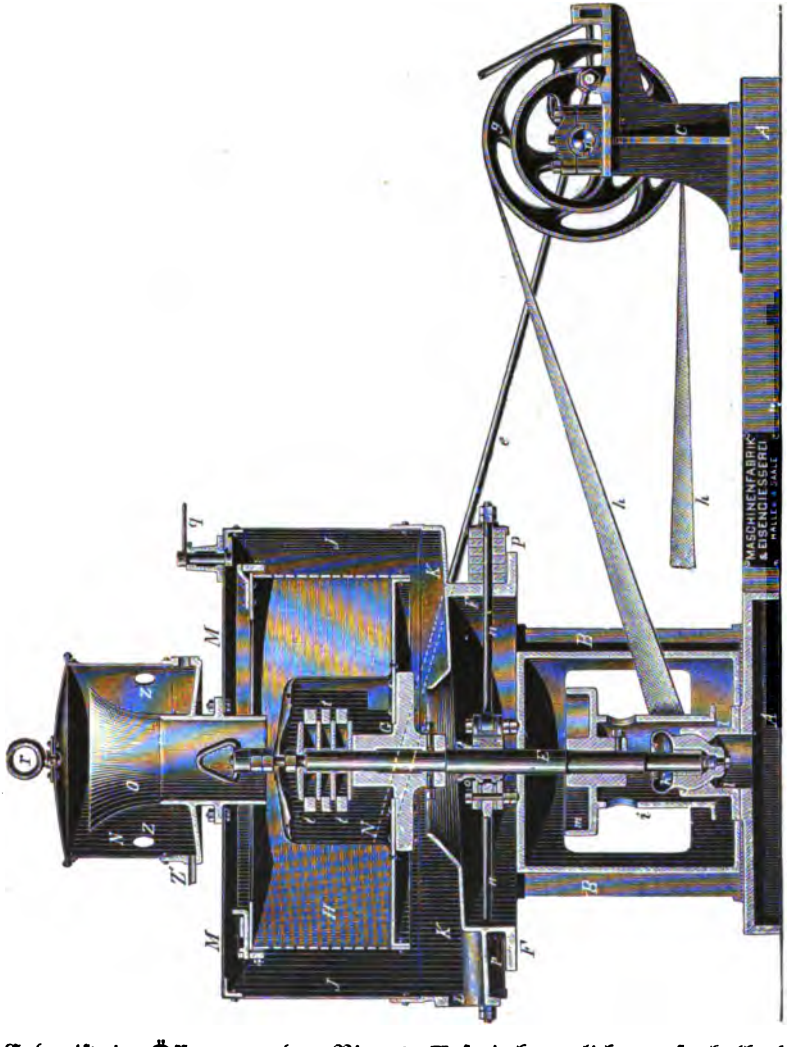


Fig. 196. Pecla'ſche Centrifuge, Vertikaldurchſchnitt.

Ende iſt in Öffnungen des Ringes *F* frei beweglich; außerhalb des Ringes ſind zahlreiche Lagen von weichen Kautſchukſcheiben *p p* über dieſelben geſchoben, und dieſe werden durch eine Metallplatte und eine auf das äußerſte Ende von *n* gezogene Schraubenmutter gegen die

Wand des Ringes *F* gepreßt. Es wird dadurch dem Halslager eine bedingte Stabilität, aber auch die Möglichkeit der Lagenveränderung gegeben, soweit die Elastizität der Kautschukpuffer dieses zuläßt.

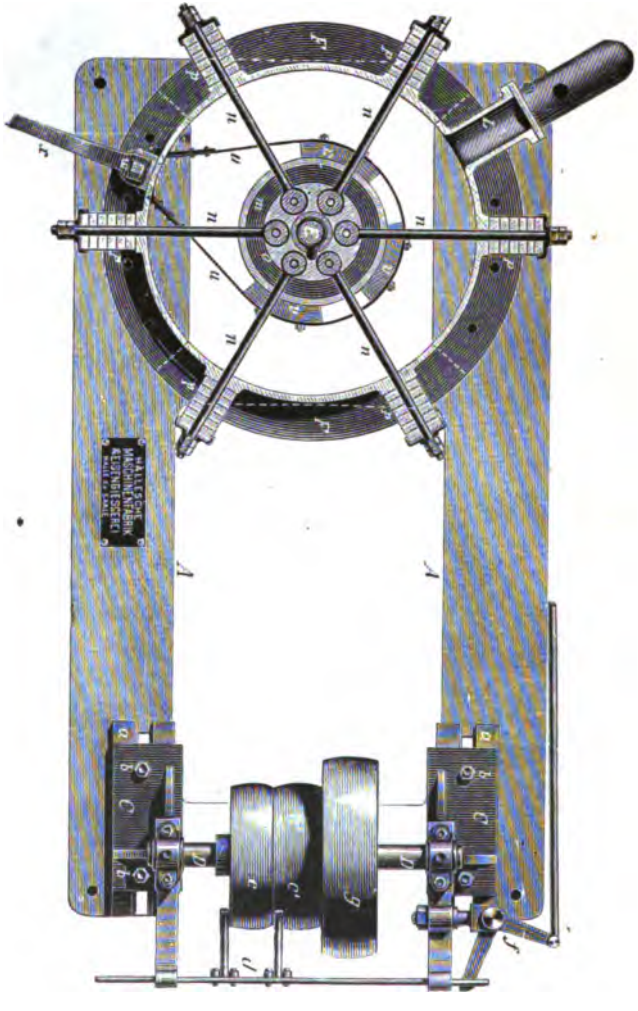


Fig. 197. Bebe'sche Centrifuge, Horizontalschnitt.

Oberhalb des Halslagers sitzt das starke Eisenstück *G* auf der Spindel und an diesem ist der Boden der Laufrommel *H* befestigt. Der Boden der Trommel besteht aus einem starken, nicht gelochten

Bleche, ihr Mantel aus gelochtem Bleche, ſie iſt oben, bis auf einen nach innen vorſpringenden Rand, offen. Inwendig iſt die Trommel mit einem dünnen, ganz fein gelochten Meſſingbleche, dem Centrifugenſiebe, ausgelegt. Ringsum iſt die Trommel von dem Mantel *J* umhüllt, der den aus

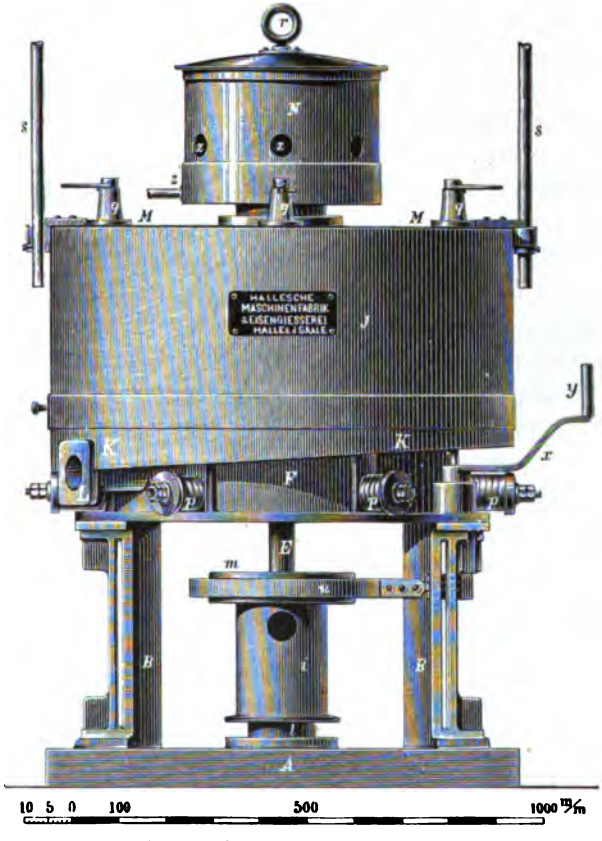


Fig. 198. Fesca'ſche Centrifuge, Anſicht.

dem Zucker ausgeſchleuderten Syrup zurückhält und ihn von ſeinem nach einer Seite geneigten Boden *K* in das Rohr *L* abfließen läßt. Oben iſt der Mantel mit einem Deckel *M* verſchloſſen. Dieſer wird durch die Schieber *q* durch Bajonettverſchluß an dem Rande des Mantels befeſtigt. Ein einfaches Umdrehen der Handhaben genügt, um dieſe Verbindung zu löſen, worauf der Deckel, mit den daran

hängenden, uns hier noch nicht interessierenden weiteren Teilen, mittels eines Flaschenzuges, dessen Haken in den Ring *r* eingehängt wird, in die Höhe gezogen werden kann. Die Leitstäbe *s s* sichern dabei die Geradeführung.

Inmitten der Trommel, mit dem Boden derselben fest verbunden, erhebt sich der in Fig. 196 aufgeschnitten gezeichnete Körper *N* und in diesem befindet sich der Fesca'sche Gleichgewichtsregulator. Derselbe besteht aus vier an der Spindel befestigten Scheiben, zwischen je zwei dieser Scheiben liegt, frei gleitend, ein genau abgedrehter Metallring *t*. Bei einer normalen, nach allen Seiten hin gleichmäßig verteilten Belastung werden die drei Ringe, während des Umlaufes der Trommel, die in der Zeichnung angedeutete Lage einnehmen, sobald aber die Trommel infolge einer einseitigen Belastung eine schräge Stellung annimmt, werden die Ringe durch die Centrifugalkraft nach der der Überlastung entgegengesetzten Seite getrieben und werden so das Gleichgewicht wieder herstellen, die Trommel in ihre richtige Lage zurückführen.

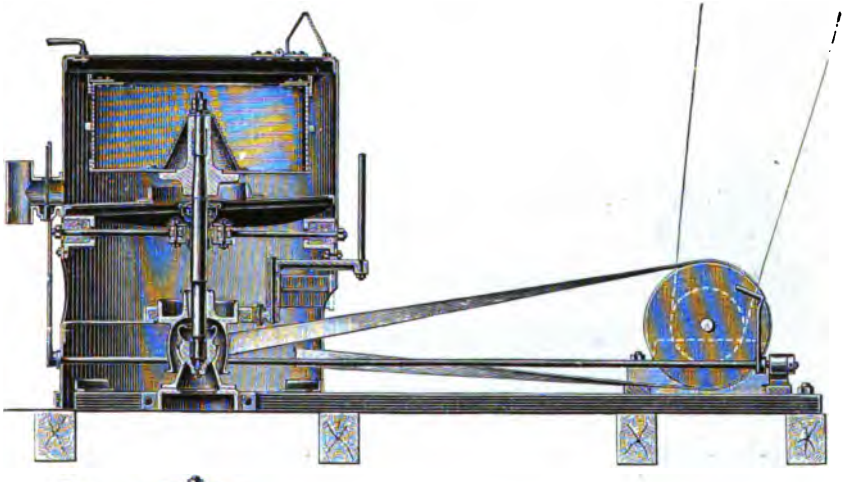
Der Gleichgewichtsregulator findet sich nicht in allen Centrifugen, da er die Kosten derselben nicht unbeträchtlich vermehrt. Er kann in vielen Fällen entbehrt werden, dann nämlich, wenn die zu schleudernden Massen als ziemlich flüssiger Brei in die Trommel gebracht werden, da diese sich genügend gleichmäßig an der Wandung ausbreiten; bei anderen, später zu besprechenden Arbeitsmethoden, wo eine solche gleichmäßige Verteilung der Belastung nicht zu erreichen ist, ist der Regulator aber ein unbedingt nötiges Zubehör der Centrifuge. Nützlich ist seine Anwesenheit unter allen Umständen.

Nach beendetem Ausschleudern des Zuckers würde die Trommel, nachdem der Treibriemen auf die Leerscheibe gerückt ist, noch lange in Umlauf bleiben, wenn nicht eine Bremsvorrichtung vorhanden wäre, die es gestattet, sie in kurzer Zeit zum Stillstande zu bringen. Es dient hierzu die Bremsscheibe *m*, um welche ein mit den drei Holzstücken *v* garnierter Riemen *u u* lose geschlungen ist, so daß im ungespannten Zustande die Scheibe *m* frei zwischen den Holzstücken *v* läuft. Die Enden des Riemens sind an dem exzentrisch drehbaren Eisen *w* befestigt, welches durch den gebogenen Stab *x* mit dem Handgriffe *y* verbunden ist. Man braucht daher letzterem nur eine Drehung zu erteilen, um dadurch den Riemen *u* anzuspannen und die Hölzer *v* gegen die Scheibe *m* zu pressen, wodurch die Scheibe und mit ihr

die Spindel gehalten und zum Stillſtehen gebracht wird. Auf die Gefahren des voreiligen Bremſens iſt bereits oben aufmerkſam gemacht.

In Fig. 199 und 200 iſt eine nach demſelben Prinzipe konſtruierte Centrifuge dargeſtellt, welche in den meiſten Teilen mit der vorigen übereinſtimmt, ſo daß eine weitere Beſchreibung der Einzelheiten unter-

Fig. 199.



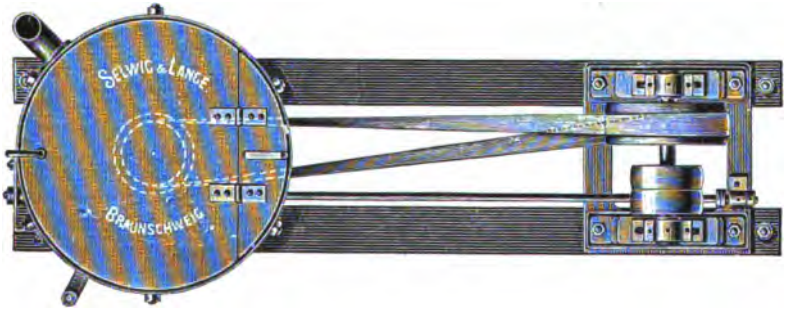


Fig. 200.
Panzer-Centrifuge von Selwig & Lange.

bleiben kann. Sie unterſcheidet ſich von derſelben dadurch, daß ſie zur Vermeidung von Exploſionsgefahren ganz gepanzert iſt. Das gußeiſerne Untergeſtell fällt hier fort und iſt durch einen ſtarken ſchmiedeeiſernen Ring erſetzt, welcher eine Fortſetzung des Mantels bildet und bis auf den Boden reicht. An demſelben ſind die übrigen Teile, welche ſonſt von dem Geſtelle getragen werden, befeſtigt.

So große Vorzüge die Centrifugen mit schwingender Spindel haben, so besitzen sie doch einen Übelstand. Wegen der vorkommenden Schwankungen der Trommel ist es erforderlich, zwischen dieser und dem Mantel einen verhältnismäßig großen Zwischenraum zu lassen, dessen Weite 10 bis 15 cm betragen muß. Hierdurch wird aber, bei einer

Fig. 201.

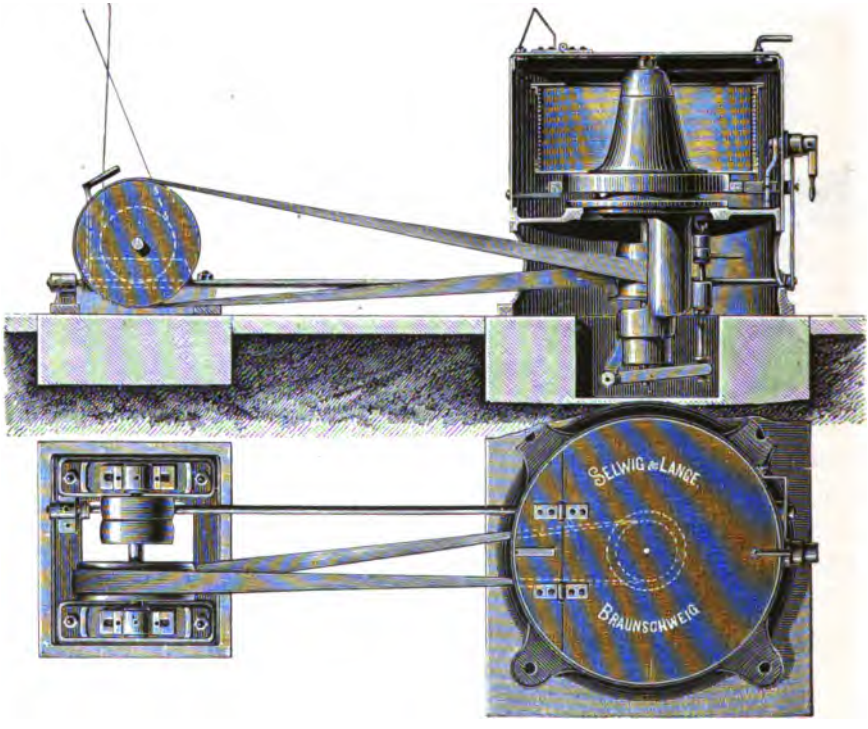


Fig. 202.
Englische Centrifuge von Selwig & Lange.

etwa eintretenden Explosion der Trommel, die Gefahr der Zertrümmerung des Mantels außerordentlich erhöht, weil dadurch der Anschlagwinkel, unter welchem die tangential von der Trommel abgeschleuderten Stücke gegen den Mantel fliegen, ein ungünstiger wird, und weil der Rückschlag, welcher in der der Zersprengungsöffnung der Trommel entgegengesetzten Richtung stattfindet, um so heftiger wird, je weiter die zerrissene Trommel im Mantel sich zu öffnen vermag. Die Centrifugen mit festgelagerter Spindel, die „englischen", wollen diesen Übelstand vermeiden.

5. Englische Centrifuge.

Bei dieser Konstruktion, von der Fig. 201 und 202 eine Abbildung geben, ist die Spindel fest gelagert, d. h. ihre Lager, sowohl das untere wie das obere Halslager, von denen das letztere sich innerhalb des Kegels der Trommel befindet, sind unbeweglich. Alle Erschütterungen müssen daher auf ein gemauertes Fundament übertragen werden, wodurch eine andere Aufstellung, als im Erdgeschosse, unmöglich wird.

Da die Spindel hier keine Schwankungen macht, so kann der Schutzmantel der Trommel bis auf einen kleinen, gerade für den Abfluß des Syrups ausreichenden Zwischenraum genähert werden, wodurch bei etwa eintretenden Explosionen die Gefahr verringert wird.

Der untere Teil der Spindel ist hier, wie bei der vorigen Zeichnung, mit einem Schutzpanzer umgeben, in welchem nur die zur Einführung des Laufriemens erforderlichen Öffnungen angebracht sind. Die schwer zugängigen Halslager werden durch selbstthätige Schmiervorrichtungen mit Öl versehen.

Bei der zweiten Form der nach englischem System gebauten Centrifugen ist die Spindel über die Trommel hinaus verlängert und trägt hier einen aus Leder oder gepreßtem Papier gebildeten Kegel, welcher durch die Friktion eines zweiten Kegels, der auf einer horizontal gelagerten, in rascher Umdrehung begriffenen Welle sitzt, bewegt wird und damit die Trommel in Rotation versetzt. Diese Art von Centrifugen ist aber wohl kaum noch irgendwo in Zuckerfabriken zu finden, weil bei ihr häufig Verbiegungen der Spindel eintreten, die ihren Betrieb zu einem äußerst gefährlichen machen.

6. Centrifuge mit unterer Entleerung.

Bei den bisher beschriebenen Centrifugen muß der Zucker nach dem Abschleudern des Syrups aus der Trommel geschaufelt und über den Rand derselben in zu seinem Transporte bestimmte Wagen geworfen werden. Diese Arbeit nimmt viel Zeit in Anspruch und verringert dadurch die Tagesleistung der Centrifuge. Man vereinfacht dieselbe wesentlich, wenn man den Centrifugen eine Einrichtung giebt, bei welcher die Entleerung nach unten erfolgt. Der Zucker fällt dann durch einen unter derselben angebrachten Rumpf in einen Transportwagen oder eine andere Förderungseinrichtung.

Fesca hat dieser Centrifuge die in Fig. 203 und 204 dargestellte Einrichtung gegeben. In den Boden der Lauftrommel sind, wie aus Fig. 203 ersichtlich, drei Öffnungen *f f f* angebracht, welche während der Dauer des Schleuderns durch einen aus drei Flügeln *d d d* bestehenden Drehschieber verschlossen werden. Der Drehschieber ruht lose auf dem Boden der Lauftrommel und läßt sich mittels der als Handgriff dienenden Scheibe *c* (Fig. 204) in einem begrenzten Sinne um die Trommelachse drehen. Zwei an den Lauftrommelboden befestigte Anschlagknaggen *e e* (Fig. 203) und zwei ringförmige Schlitze *v w* in der Drehschieberplatte begrenzen die kreisförmige Bewegung der letzteren derart, daß die drei Flügel derselben sich in der ersten Stellung, welche sie während des Umlaufes der Trommel einnehmen, über die Bodenöffnungen legen, während sie in der zweiten Stellung, die ihnen zur Zeit der Entleerung erteilt wird, die Bodenöffnungen frei lassen.

Fig. 203. Centrifuge mit unterer Entleerung, Ansicht des Trommelbodens.

Um nun den Zucker nach unten entleeren zu können, ohne daß derselbe mit der unterhalb gelagerten Antriebsvorrichtung in Berührung kommt, ist zunächst ein weiter, oben und unten offener Cylinder *H* in einen entsprechend weiten Ausschnitt des Centrifugenmantels eingesetzt und in diesem befindet sich der schwach kegelförmig gestaltete Körper *I*. Letzterer umschließt die Achse der Trommel, das von Stangen *n* und Kautschukpuffern gehaltene Halslager, in welchem diese sich dreht, die Antriebsscheibe u. s. f. Um den Treibriemen einführen und zu dem Antriebsmechanismus gelangen zu können, ist nach der einen Seite hin eine Öffnung *K* in dem Kegel *I* sowohl, wie in dem Cylinder *H* ausgespart, welche aber in dem zwischen *K* und *I* befindlichen Raume abgedeckt ist. Die Stangen *n*, welche das Halslager der Welle tragen, sind durch Öffnungen im Kegel *I* und im Cylinder *H* geführt, außerhalb des letzteren befinden sich die Kautschukpuffer.

Soll die Trommel entleert werden, so wird der Drehschieber in die oben bezeichnete Lage gebracht, und es wird der an der Trommelwandung befindliche Zucker mittels einer hölzernen Schaufel losgelöst,

worauf derſelbe in den ringförmigen, durch den Cylinder *H* und den Kegel *I* begrenzten Raum fällt und durch die ringförmige Öffnung *L*

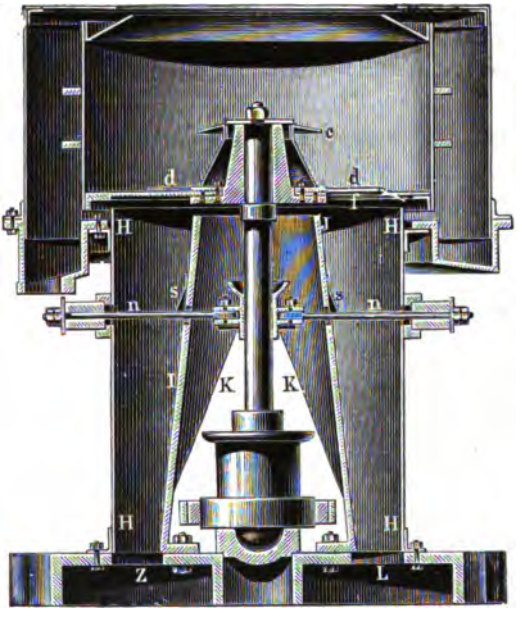


Fig. 204. Centrifuge mit unterer Entleerung, Vertikalſchnitt.

in die darunter befindliche Transportvorrichtung gelangt. Um ein Einfallen von Zucker in den Innenraum, an den Stellen, wo derſelbe zur Durchführung der Trägerſtangen *n* aufgebrochen iſt, zu vermeiden, iſt

Fig. 205. Kreiß'ſche Förderrinne.

ein Blechkranz *s* an dieſer Stelle befeſtigt, über welchen der Zucker hinweg gleitet und mehr der Mitte des Entleerungsraumes zugeführt wird.

Als Transportvorrichtung kann man eine Schnecke benutzen, doch zieht man jetzt bei neueren Anlagen in der Regel die in Fig. 205 abgebildete Kreiß'sche Förderrinne an, weil in derselben im Gegensatze zu den Schnecken die Zuckerkrystalle sehr geschont, nicht zerrieben, werden. Dieser Apparat besteht aus einer etwas geneigt, auf beweglichen Stützen oder auch Hängearmen gelagerten Blechrinne, welche durch eine Antriebsvorrichtung hin und her bewegt wird. Durch die sie stützenden Arme wird zugleich eine Bewegung von unten nach oben und wieder zurück bewirkt, sodaß ein Rütteln entsteht, durch welches der Zucker vorwärts geschoben wird.

7. Zubereitung der Füllmasse für das Schleudern.

Würde man der Füllmasse in dem Zustande, wie sie aus den Schützenbach'schen Kästen kommt, in die Centrifuge bringen, so würde eine gleichmäßige Belastung der letzteren nicht möglich sein, die großen Klumpen würden, selbst wenn man sie vorsichtig einpacken wollte, doch so ungleichen Druck auf den einen oder den anderen Teil der Trommel ausüben und den Schwerpunkt des Ganzen so weit von der Mittellinie entfernen, daß bei raschem Gange eine Zertrümmerung der Trommel unfehlbar eintreten müßte. Dies ist nur zu vermeiden, wenn die zu schleudernde Masse in einem flüssig-breiigen Zustande in die Trommel gefüllt wird, wobei der Brei auf eine so dünne Konsistenz gebracht werden muß, daß seine einzelnen Teile von der Centrifugalkraft ergriffen, und vom Mittelpunkte fort gegen die Wandung der Trommel geschleudert werden können, wo die Krystalle an dem Siebbleche liegen bleiben, während der Syrup durch dasselbe hindurch geht und in dem Mantel zurückgehalten wird. Sowohl um die Gleichförmigkeit der Masse zu erhöhen, als auch um das Abfließen des Syrups zu begünstigen, ist dabei Sorge zu tragen, daß alle Klumpen beseitigt werden, und daß alle einzelnen Krystalle möglichst isoliert in dem Breie sich finden.

Da die Füllmasse selten diejenige Menge von Syrup enthält, welche nötig ist, um einen Brei von genügender Flüssigkeit zu bilden, setzt man derselben eine reichliche Menge Syrup zu und zwar solchen, der bei einer vorhergehenden Operation von gleichartiger Füllmasse abgeschleudert ist.

Die Mischung des Zuckers mit dem Syrup und zugleich die Zerbröckelung und Zerkleinerung der Krystallmassen erfolgt in einem von

Fesca zuerst konstruierten Apparate, der Maischmaschine. Zur Überführung der erstarrten Füllmasse in die Maischmaschine werden die vollen Kasten über einem Rumpfe A, der sich über der Maischmaschine befindet, in schon früher (S. 495) beschriebener Weise entleert.

Der in Fig. 206 im Querdurchschnitte und in Fig. 207 im Längendurchschnitte dargestellte Fesca'sche Apparat besteht aus zwei Teilen, einem Brechwerke, in welchem zunächst die großen Klumpen gröblich zerkleinert werden, und dem Maischwerke, in welchem die Krystalle weiter isoliert und zugleich gründlich mit dem Syrupe gemischt werden.

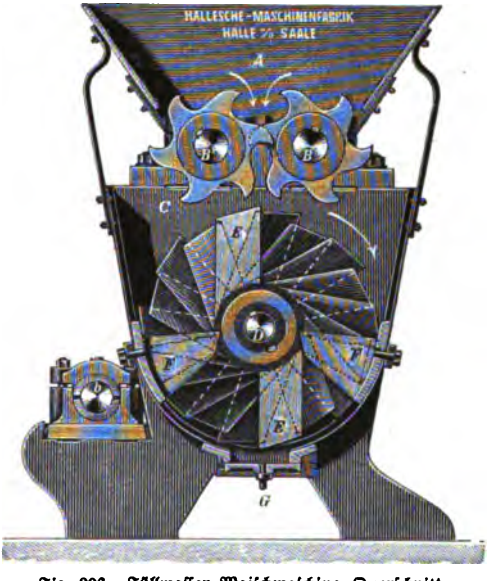


Fig. 206. Füllmassen-Maischmaschine, Querschnitt.

Das Brechwerk besteht aus dem Walzenpaare BB'. Jede der beiden Walzen ist mit zwölf Scheiben besetzt, die so ausgeschnitten sind, wie im Querdurchschnitte deutlich sichtbar. Diese Scheiben sind so auf die Walzen aufgezogen, daß immer eine in den zwischen je zwei Scheiben der anderen Walze verbleibenden Raum fällt. Werden die beiden Walzen in entgegengesetzte Drehung versetzt, wie durch die Pfeile in Fig. 206 angedeutet, so werden die in den Rumpf geworfenen Zuckerklumpen von den vorspringenden Teilen der Scheiben ergriffen, von ihnen zerdrückt und in den Maischtrog C hinabbefördert.

In dem Maiſchtroge liegt die Walze *D*, auf welcher in ſpiralförmiger Stellung neunzehn Meſſerplatten *EF* aufgezogen ſind, deren Geſtalt ſich aus dem Querſchnitte ergiebt. Sie ſind ſo lang, daß das

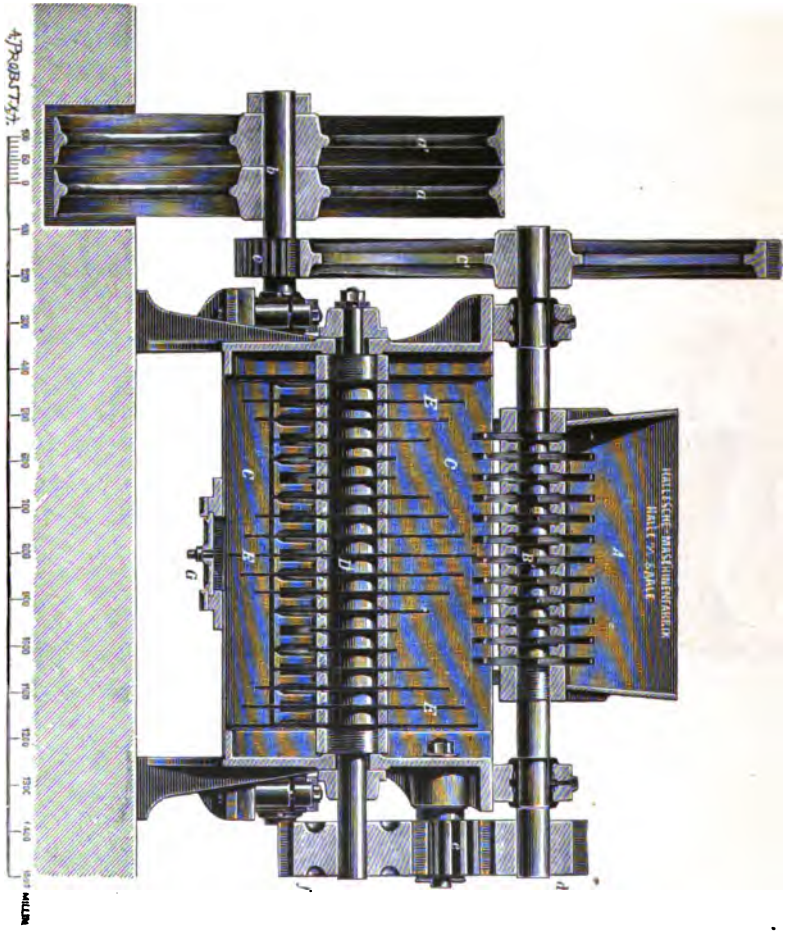


Fig. 207. Füllmaſſen-Maiſchmaſchine, Längsſchnitt.

eine Ende in den zwiſchen die Scheiben des Brechwerkes fallenden Raum ſtreift, während das andere Ende den Boden des Troges faſt berührt.

Zwiſchen jedem Meſſerplattenpaar der Walze finden ſich ferner, mit ihrem ſtumpfen Ende an die Wandung des Troges geſchraubt,

zwei Meſſer FF', die ſo lang ſind, daß ſie die Walze nahezu berühren. Die obere Fläche dieſer Meſſer teilt den Maiſchtrog in eine obere und eine untere Hälfte. Die Meſſer ſind dabei ſo dicht geſtellt, daß ſie nur genügend Raum für den Durchgang der Meſſerplatten der Walze bieten.

Indem die Walze D ſich in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung dreht, werden die Meſſerplatten das vom Brechwerk Kommende, die gröblich zerkleinerte Füllmaſſe, nebſt den in dem Rumpf A zugleich eingegoſſenen Syrup mitnehmen, werden die Zuckerſtückchen, welche zu groß ſind, als daß ſie den Raum zwiſchen den Meſſern F paſſieren

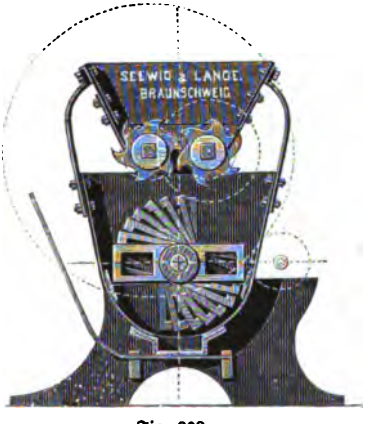


Fig. 208.

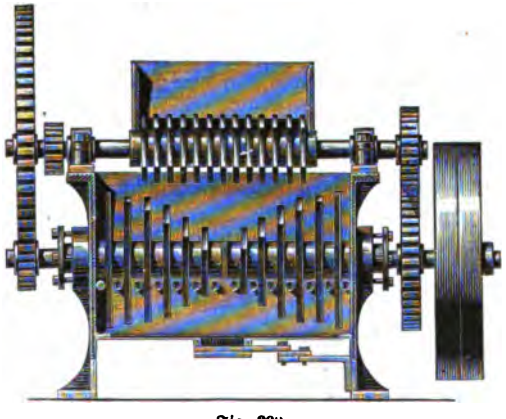


Fig. 209.

Füllmaſſen-Maiſchmaſchine von Selwig & Lange.

könnten, auf der Fläche dieſer Meſſer zerquetſchen, werden das fein Gewordene alsdann in den unteren Raum befördern und zugleich eine innige Miſchung mit dem Syrup bewerkſtelligen.

Nach genügender Durchmiſchung wird, durch Anziehen eines Hebels, der die untere Öffnung G verſchließende Schieber zurückgeſchoben, worauf der Brei in ein untergehängtes Gefäß, die ſogen. Kutſche, fällt.

Die Bewegung wird auf die Walzen folgendermaßen übertragen:

Auf der kurzen Welle b ſitzt die Riemenſcheibe a, deren Leerſcheibe a', ferner das kleine Zahnrad c, welches in das große Zahnrad c' eingreift und damit eine Walze B' des Brechwerkes in langſame Umdrehung verſetzt. An dem anderen Ende der Walzenwelle B' iſt ein zweites Zahnrad d aufgezogen; dieſes greift in ein gleiches,

in unserer Zeichnung durch das davorliegende verdeckte Zahnrad, welches auf der Welle der Walze *B* sitzt und so diese in Umdrehung versetzt. Das Zahnrad *d* steht ferner noch in Eingriff mit dem Zwischenrade *e*, und überträgt dadurch die Bewegung, mittels des Zahnrades *f*, auf die Messerwelle *D* des Maischwerkes.

Eine etwas abgeänderte Form des Maischwerkes ist in Fig. 208 und 209 dargestellt. In demselben sind die Messerscheiben der Maischwalze durchbrochen, wodurch ein besseres Maischen und eine geringere Zerstörung der Zuckerkrystalle herbeigeführt werden soll.

8. Die Arbeit an der Centrifuge.

Die Breikutsche oder kurz die Kutsche (*C* in Fig. 211) ist ein kegelförmiges Gefäß aus Eisenblech, welches an seinem unteren, schmaleren Ende mit einem Schieber verschließbar und oben mit Rädern versehen ist, mit denen es in einem Schienengleise hängt. Dieses Schienengleise läuft über der ganzen Reihe der Centrifugen hin, sodaß man jede derselben bequem füllen kann. Die Kutsche faßt gerade die normale Ladung für eine Centrifuge.

Beim Schleudern setzt man immer erst die Trommel der Centrifuge in Gang, ehe man den Inhalt einer Kutsche in dieselbe einlaufen läßt. Die Arbeit kann unbedenklich bei offenem Deckel ausgeführt werden, da etwa verspritzende Massen von dem nach innen vorspringenden Rande der Trommel aufgefangen werden, doch ist den Arbeitern strengstens zu untersagen, in die gehende Centrifuge mit einem Instrumente oder gar mit der Hand hineinzugreifen, weil dabei leicht die Hand oder der ganze Arm abgerissen werden kann.

Über den Zeitpunkt der Beendigung einer Operation lassen sich bestimmte Angaben nicht machen, der eine Fabrikant rechnet sich einen Vorteil heraus, wenn er den Syrup möglichst vollkommen abschleudert, also die Trommeln lange laufen läßt, der andere will eine möglichst hohe Ausbeute an Erstprodukt, wenn auch auf Kosten der Qualität, haben und läßt daher Syrup im Zucker.

Die Entscheidung darüber, wer von beiden Recht hat, hängt von einer ganzen Reihe von Nebenumständen ab. Vor allem muß man sich vergegenwärtigen, daß man günstigstenfalls den im Zucker belassenen Syrup nicht bezahlt bekommt. In einem späteren Abschnitte

werden wir sehen daß die Melasse im Durchschnitte etwa 47,1 % Zucker und 9,7 % Asche, also 4,85 oder rund 5 mal so viel Zucker, als Asche enthält. Wir wissen aber von früher (S. 445), daß im Zuckerhandel das Fünffache der Asche von der Polarisation in Abzug gebracht wird, der ganze, als Melasse vorhandene Zucker wird demnach vom Käufer nicht bezahlt. In früheren Jahren als die von der Steuerbehörde bei der Ausfuhr bezahlte Exportbonifikation etwa drei mal so hoch war, als der Preis der Melasse, war es von Vorteil, recht viel derselben im Zucker zu belassen, denn derselbe wurde nicht nach dem Rendement, sondern nach dem Gewichte bonifiziert. Heute fällt dieser Grund weg, weil das Verhältnis zwischen der Exportprämie und dem Melassepreise ein umgekehrtes ist.

Bei der Beurteilung dieser Frage sind weiterhin die besonderen Verhältnisse unserer Steuergesetzgebung zu berücksichtigen. Das deutsche Reich bezahlt bei der Ausfuhr von Zucker eine offene Prämie von 2,50 Mk. für 100 kg, hat dabei jedoch gewisse Grenzen gezogen. Die gesamte, zu prämiierende Zuckerproduktion Deutschlands nämlich wird alljährlich von der Steuerbehörde festgesetzt und auf die einzelnen Fabriken verteilt, kontingentiert. Für je 100 kg Zucker, welche eine Fabrik mehr produziert, als ihr Kontingent beträgt (Superkontingent), muß dieselbe 2,50 Mk. an den Fiskus zahlen, gleichgiltig, ob sie ihren Zucker zum Export gebracht oder im Inlande verkauft hat. Bei Überschreitung des Kontingents infolge Herstellung niedrig polarisierenden Zuckers schenkt man demnach nicht nur den Handelswert der in demselben belassenen Melasse weg, sondern für je 100 kg derselben noch 2,50 Mk. für Superkontingent an den Fiskus.

Zu Gunsten der Erzeugung niedrigprozentigen Zuckers fällt der Umstand ins Gewicht, daß man die Unkosten für die Weiterverarbeitung des in demselben zurückgehaltenen Syrups spart. Dieser Syrup ist noch keine Melasse, sondern würde bei nochmaligem Verkochen eine zweite Kryställisation geben. Man nennt letztere, im Gegensatze zu dem aus der ursprünglichen Füllmasse erhaltenen Zucker, dem Erstprodukte, zweites Produkt und erhält demnach um so mehr zweites Produkt, je trockener man das erste Produkt ausschleudert.

Die Kosten für die Gewinnung des zweiten Produktes und der Nachprodukte überhaupt sind in Fabriken, die noch mit alten Einrichtungen arbeiten, nicht unbedeutend.

Durch Schleudern allein aber ist man nicht im Stande, nach Belieben hohen oder niedrigen Zucker zu erzeugen, denn nicht jede Füllmasse schleudert sich gleich gut. Füllmassen mit grobem Korn und dünnflüssigem Syrup schleudern sich am leichtesten und geben ohne weiteres hohes Erstprodukt. Solche Füllmassen lassen sich aber nur aus sehr reinen Dicksäften erkochen. Aus weniger guten Dicksäften wird auch Füllmasse von weniger gutem Korn erzielt und aus dieser wieder niedrigerer Zucker, da die feineren Krystalle den Syrup energischer zurückhalten.

Schlecht gekochte Füllmassen, das sind solche, bei denen viel feines Mehl den Krystallen beigemischt ist, oder solche, die, aus schlechten Säften hergestellt, einen sehr zähen Syrup enthalten, setzen der Verarbeitung in der Centrifuge den größten Widerstand entgegen; beim Schleudern derselben verstopfen sich die Löcher der Siebe, sodaß der Syrup nicht ablaufen kann. Infolgedessen ordnen sich dann die Bestandteile der Füllmasse, gerade wie die der Milch in der Milchcentrifuge, nach ihrem spezifischen Gewichte, d. h. also der Zucker legt sich als halbfeuchte feste Masse direkt an die Wand der Trommel, der Syrup aber lagert sich als besondere Schicht auf demselben ab. Dieselbe Erscheinung tritt auch ein, wenn die Füllmasse in den Kästen zu kalt geworden ist.

Solche Füllmasse läßt sich nur verarbeiten, wenn man sie mit angewärmtem, in besonders schweren Fällen sogar mit *verdünntem, warmem* Syrup maischt, wobei selbstverständlich eine Auflösung von Zucker, also eine Verminderung des Ertrages an Erstprodukt und eine Vermehrung der Nachprodukte stattfindet.

9. Die Arbeit mit Sudmaischen.

Das Streben aller Neuerungen in der Zuckerfabrikation ist gegenwärtig zumeist auf Vereinfachung des Betriebes, auf Ersparung an Handarbeit, gerichtet. Man hat deshalb auch die Schützenbach'schen Kästen, welche viel Arbeit machen und bei denen ein Verschütten von Füllmasse, also Unsauberkeit, schwer zu vermeiden ist, durch bessere Einrichtungen, die sogen. *Sudmaischen*, ersetzt.

Eine Sudmaische, in der Ansicht von oben dargestellt in Fig. 210, ist ein Behälter von hufeisenähnlichem Querschnitte, welcher so groß ist, daß er die Füllmasse eines ganzen Tages nebst dem zum Maischen

nötigen Syrup aufnehmen kann. In der Längsachse dieses Behälters liegt eine vierkantige Welle, welche mit Rührvorrichtungen versehen ist und welche durch ein Schneckenrad in langsame Drehung, etwa fünf Umdrehungen in der Minute, versetzt werden kann. Die Ablauföffnung, welche mit Schieber oder Klappe verschließbar ist, ist in der Abbildung mit *d* bezeichnet.

Bei der hohen Konzentration, welche den auf Korn gekochten Füllmassen gegeben wird, würden die Krystalle beim Abkühlen, ebenso wie es in den Kästen geschieht, zu einem zusammenhängenden Blocke erstarren, welcher erst wieder in Maischmaschinen unter Zusatz von Syrup zu bearbeiten sein würde, ehe der Zucker in die Centrifuge gebracht

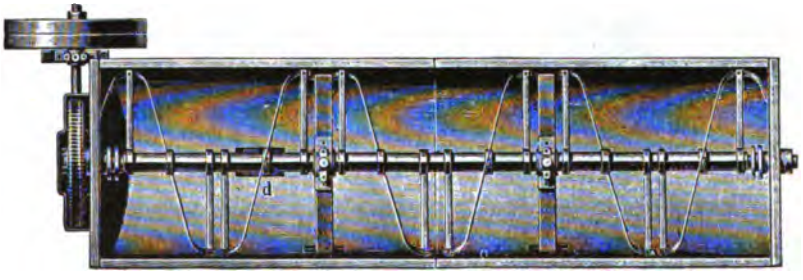


Fig. 210. Sudmaische der Sangerhäuser Aktien-Maschinenfabrik.

werden kann. Um dieses Erstarren zu verhüten, fügt man der Füllmasse unmittelbar, so wie sie aus dem Vakuum fließt, etwa ein Drittel ihrer Masse an Syrup, der von einer früheren Füllmassenschleuderung herrührt, zu. Dieser Syrup ist vorher in einem besonderen Vakuum so weit verkocht, daß er bei einer Temperatur von 90° C. eine gerade gesättigte Zuckerlösung darstellt (s. später unter „Blankkochen"). Kommt der heiße Syrup mit der heißen Füllmasse zusammen und kühlt das Gemisch sich langsam ab, so werden die bereits im Vakuum gebildeten Krystalle weiter wachsen und sich auf Kosten des noch gelösten, sowie des in dem Syrupe zugefügten Zuckers vermehren, während anderseits die Füllmasse durch den nicht krystallisierbaren Anteil des Syrups einen genügenden Grad von Beweglichkeit behält, um unmittelbar in die Centrifuge gebracht werden zu können. Da die Syrupe je nach der Menge und je nach der Beschaffenheit der in denselben enthaltenen Nichtzuckerstoffe beim Erkalten mehr oder weniger zähflüssig werden,

so ist hierauf Rücksicht zu nehmen und es müssen daher die Füllmassen geschleudert werden, sobald ihre Konsistenz derartig beschaffen ist, daß der Syrup noch genügend dünnflüssig ist, um sich in der Centrifuge von den Krystallen trennen zu lassen. Im allgemeinen wird dies der Fall sein, wenn die Temperatur der Füllmasse auf etwa 30° C. herabgegangen ist, doch lassen sich hierüber, ebenso, wie bei den Schützen-

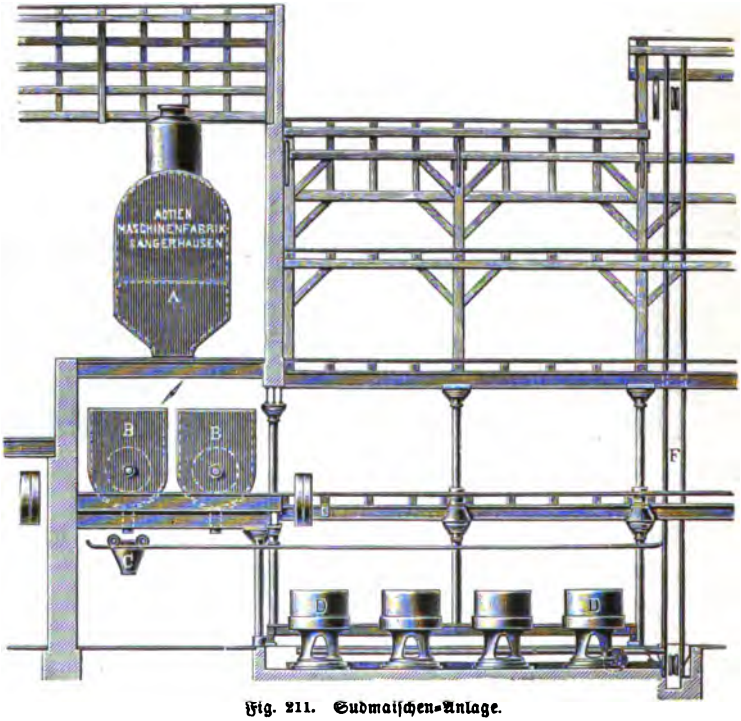


Fig. 211. Sudmaischen-Anlage.

bach'schen Kästen, keine allgemein giltigen Angaben machen, da die Beschaffenheit des Syrups hierbei wesentlich mitspricht. Während manche Syrupe ein Herabgehen unter die angegebene Temperatur gestatten, muß man bei anderen bei einer höheren Wärme schleudern, um des Ablaufes des Syrups sicher zu sein. Da aber in dem Syrup um so mehr Zucker gelöst bleibt, je wärmer derselbe ist, so wird man, in Hinsicht auf höchste Ausbeute an erstem Produkte, die Kühlung so weit treiben, wie es unter obwaltenden Umständen möglich ist.

Zur Beſchleunigung der Abkühlung hat man wohl die Sudmaiſche mit einem Waſſermantel umgeben oder die in derſelben vorhandene Rührvorrichtung für Waſſerdurchfluß eingerichtet. Es iſt jedoch empfehlenswert, entweder hiervon überhaupt keinen Gebrauch zu machen, oder, wenn die Temperatur allzu langſam herabgeht, doch erſt zu Ende der Kühlung kaltes Waſſer in den Mantel oder in das Rühr-

Fig. 212. Sudmaiſchen-Anlage.

werk einzulaſſen, weil bei entgegengeſetztem Verfahren die Ausſcheidung einer großen Menge von kleinen Zuckerkryſtallen erfolgt, welche durch das Sieb der Centrifugentrommel gehen und ſo nicht als erſtes Produkt gewonnen werden.

Anſtatt mit einem Waſſermantel ſind in manchen Fabriken die Sudmaiſchen mit Berieſelungs-Röhren verſehen, was praktiſch und billig iſt. Das Kühlwaſſer läuft dann in dünner Schicht an der

Außenfläche der Maische herunter und über einen cementierten Fußboden ins Freie.

Die Form des Querschnittes der Submaische ist nicht ganz gleichgiltig. Selbst bei Zusatz von Syrup erstarrt die Füllmasse an den Stellen, wo sie nicht bewegt wird, zu einer festen Masse, derjenige Querschnitt ist demnach der beste, bei dem kein Teil der Füllmasse sich der Einwirkung des Rührwerkes entziehen kann, also der kreisförmige; die beste Submaische hat demnach die Gestalt einer Walze, in deren Mantel zu oberst ein Längsschlitz zum Zwecke des Anfüllens ausgespart ist. Dieser Längsschlitz ist allseitig von einem Blechrande umgeben, der einem Verspritzen des Inhaltes vorbeugt.

Die Einrichtungen eines Zuckerhauses mit Submaischen und allem Zubehör ergeben sich aus dem Querdurchschnitte Fig. 211 und aus dem Längsschnitte Fig. 212. Darin ist *A* das Vakuum, darunter befinden sich zwei Submaischen *B B*. Durch die im unteren Teile der Submaische befindliche, mittels Schieberventils verschließbare Öffnung wird der Inhalt derselben nach genügender Abkühlung in die Breikutsche *C*, welche auf einem Schienengeleis läuft, abgelassen.

Die Centrifugen *D* sind solche mit unterer Entleerung; unter denselben sieht man die Kreiß'sche Förderrinne, der fertige Zucker wird durch den Elevator *F* in das höchste Stockwerk befördert.

Zweites Kapitel.

Die Nachproduktsarbeit.

Der von den Centrifugen ablaufende Syrup oder der Ablauf ist eine in der Kälte gesättigte Zuckerlösung, die weit reicher an Nichtzucker ist als der zur Verkochung kommende Dicksaft, da der größere Teil des in diesem enthaltenen Zuckers auskryſtallisiert ist, während die fremden, ihn begleitenden Stoffe zurückgeblieben sind. Wie jede kalt gesättigte Zuckerlösung durch weiteres Verdampfen von neuem zur Kryſtallisation gebracht werden kann, so kann dieses auch beim Syrup geschehen. Bei einem guten Dicksafte ist es leicht, auf Korn zu kochen, beim Syrup aber ist das Verhältnis zwischen Zucker und Nichtzucker ein derartiges, daß das Kochen auf Korn nur bei ganz besonderen Einrichtungen gelingt. Wo man diese Einrichtungen nicht hat, ist man gezwungen „blank" zu kochen, eine Methode, die noch vor ganz kurzem die einzig gebräuchliche für Syrupe war und die wir daher zunächst besprechen werden.

1. Das Blankkochen.

Vor dem Verkochen erwärmt man die Abläufe in den Syrupsbehältern, um ihnen die Zähigkeit zu nehmen, durch die ihr Einziehen in das Vakuum erschwert werden würde. Nachdem man alsdann in bekannter Weise mit der Luftpumpe so viel Syrup eingezogen hat, daß die Rohre oder Schlangen des Vakuums bedeckt sind, öffnet man die Dampfventile und setzt man den Kondensator in Gang. Bald beginnt das Kochen, wobei man das Einspritzwasser des Kondensators so regelt, daß das Vakuummeter auf etwa 61 cm steht. Während des Siedens hält man das Einzugs-

ventil so weit geöffnet, daß so viel Syrup nachfließt, als Wasser verdampft. So lange die kochende Flüssigkeit noch nicht genügend konzentriert ist, kocht sie lebhaft, in dem Maße, wie ihre Konzentration zunimmt, verringert sich die Beweglichkeit derselben, die Wellen, welche sie schlägt, werden niedriger, das Sieden wird ruhiger. Zur Erkennung einer genügenden Konzentration dient meist noch die Fadenprobe.

Der Kocher nimmt dazu von der kochenden Masse eine Probe auf den Daumen, verreibt dieselbe ein wenig mit dem Zeigefinger und spreizt dann beide Finger in vertikaler Richtung auseinander; hat die Masse eine gewisse Konzentration erreicht, so bildet sich dabei ein Faden, der bei größerer oder geringerer Entfernung der Fingerspitzen von einander zerreißt. Entsteht bei dieser Probe überhaupt kein Faden, so ist der Syrup unter allen Umständen noch nicht genügend konzentriert, ist der Faden so stark, daß man ihn beliebig lang ausspinnen kann, ohne daß er reißt, so ist die zulässige Konzentration überschritten. Zwischen diesen beiden Extremen liegt der Punkt, den der Kocher zu treffen hat und den er nun durch Erfahrung kennen lernen kann. Je reiner die Abläufe sind und je weniger Zähigkeit dieselben besitzen, desto strammer kann man kochen und umgekehrt; je leichter man aber einkocht, desto größere Kryställe entstehen, desto schöner und reiner wird der Zucker werden. Andererseits kryställisiert die eingekochte Masse um so schöner aus, je langsamer sie sich abkühlt; deshalb läßt man dieselbe in möglichst heißem Zustande ab und sorgt außerdem durch Heizen des Kryställisierraumes für möglichst langsame Abkühlung.

Diese Auseinandersetzungen lassen erkennen, daß es durchaus nicht leicht ist, die richtige Konzentration zu treffen, denn einerseits soll der Zucker gut kryställisiert sein, andererseits will man auch möglichst viel davon haben, letzteres aber wird nur bei strammerem Einkochen erreicht. Die Tüchtigkeit eines Kochers ist erst an seiner Nachproduktsarbeit zu erkennen; ein tüchtiger Kocher wird es für seine erste Pflicht halten, das Auskryställisieren der Nachprodukte regelmäßig zu beobachten und wird nach den Ergebnissen dieser Beobachtung seine Arbeitsweise zu regulieren verstehen.

Anstatt nach der Fadenprobe werden die Nachprodukte in vielen Fabriken auch nach der Spindel, dem Saccharometer (s. S. 53), eingekocht. Da hierbei verschiedene subjektive Beobachtungsfehler, welche mit der Fadenprobe naturgemäß verknüpft sind, wegfallen, liefert

die Spindel im allgemeinen gleichmäßigere Resultate, wenn man nur erst festgestellt hat, welches die beste Konzentration für die speziellen Abläufe ist. Verfasser konnte seine ziemlich dünnflüssigen Abläufe vom ersten Produkte bis auf 88°—92° Bx., heiß gewogen, einkochen, und bekam doch noch glänzenden Zucker, bei zäheren Syrupen wird man vielleicht nur bis 80° oder wenig darüber gehen dürfen. Auch hier heißt es beobachten!

Den eingekochten Syrup läßt man in eiserne Kästen laufen, die in einem Raume stehen, der durch eine Dampfleitung gleichmäßig warm gehalten werden kann. Die Größe dieser Kästen wird für den Ablauf vom ersten Produkte, also für das zweite Produkt, am besten so bemessen, daß dieselben gerade einen Sud aufzunehmen im stande sind. Für das dritte Produkt zieht man größere Gefäße vor, weil bei diesen die Abkühlung langsamer vor sich geht und sehr unreine Zuckerlösungen nur bei langsamster Abkühlung guten Zucker auskryställisieren lassen.

Wenn die Kryställisation beendet ist, d. h. wenn der über dem Zucker stehende Syrup vollkommen klar ist, wird die Masse aus den Kästen herausgeholt und in derselben Weise, wie wir dies beim Erstprodukt beschrieben haben, gemaischt und geschleudert. Ablauf vom zweiten Produkte wird meistens auf drittes Produkt eingekocht; den von diesem abfließenden Syrup betrachtet man in der Regel als Melasse, d. h. als einen Syrup, der nicht mehr zum Kryställisieren zu bringen ist. Ob dies in der That der Fall ist, wird wohl niemals festgestellt, weil die Kosten einer nochmaligen Verarbeitung des Ablaufes von dritten Produkten sich durch die eintretende geringe Ausscheidung von Zucker kaum bezahlt machen würden. Man hält eine Melasse für genügend auskryställisiert, wenn sie einen Reinheitsquotienten von etwa 60° hat; Syrupe von geringer Zähigkeit kristallisieren jedoch mit Leichtigkeit bis auf einen Quotienten von 56 aus, während sehr zähe Produkte schon bei einer Reinheit von 63 bis 64 keinen Zucker mehr abscheiden.

Dieselben Störungen, die man beim Verkochen des Dicksaftes kennt, können auch beim Einkochen der Syrupe eintreten. Besonders häufig zeigt sich dabei die Erscheinung des Schäumens, die man mit denselben Mitteln bekämpft, die wir beim Einkochen schäumenden Dicksaftes kennen gelernt haben.

2. Die Kryſtalliſation in Bewegung nach Dr. J. Bock's Patenten.

Das ſoeben beſchriebene umſtändliche und koſtſpielige Verfahren der Aufarbeitung des Syrups war früher in faſt allen Fabriken im Gebrauche. Neuerdings wendet man ſich mehrfach einem Verfahren zu, welches als Kryſtalliſation in Bewegung bezeichnet wird. Dasſelbe beruht auf den oben S. 457 beſprochenen Grundſätzen. Zu ſeiner Ausführung dient ein ſtehender oder liegender Cylinder von etwa 100 metr Inhalt, in welchem ein Rührwerk, das in der Minute nicht ganz zwei Umdrehungen macht, befindlich iſt. Der Cylinder iſt mit einem äußeren Mantel umgeben, der ſowohl zum Anwärmen wie zum Abkühlen benutzt werden kann. Da die Kryſtalliſation in Bewegung das Vorhandenſein einer größeren Menge von Zuckerkryſtallen vorausſetzt, ſo wird bei der erſten Inbetriebſetzung eine entſprechende Menge Zucker irgend welcher Beſchaffenheit in den Apparat gebracht, bei einmal eingeleitetem Betriebe läßt man regelmäßig etwa den vierten Teil der auskryſtalliſierten Maſſe darin zurück. Dieſe Zuckermaſſe wird, indem man bei gehendem Rührwerke Dampf in den Mantel leitet, auf eine Temperatur von 70 bis 80° C. gebracht und dann der Apparat mit dem im Vakuum eingekochten und auf 90 bis 95° C. angewärmten Syrupe gefüllt. Die Miſchung von Syrup und Zucker ſoll dann eine Wärme von 87 bis 90° haben. Durch Nachſehen überzeugt man ſich, ob viel ſogenanntes wildes Korn, das ſind kleine Zuckerkryſtalle, die ſich bei der Miſchung des Zuckers mit dem Syrup gebildet haben, entſtanden iſt. Iſt dies geſchehen, ſo erwärmt man bis 95°, bei welcher Temperatur die kleinen Kryſtalle gelöſt zu ſein pflegen. Bei gehendem Rührwerke überläßt man nun den Apparat ſich ſelber, wobei die Temperatur anfangs um etwa 1° in der Stunde ſinkt. Iſt die Temperatur auf 75° C. herabgegangen, ſo erwärmt man die Maſſe wieder um 1 bis 2° an, läßt darauf die Wärme wieder um 10° zurückgehen und wiederholt das Anwärmen auf gleiche Weiſe bei jeder Temperaturverminderung um 10°. Je tiefer die Temperatur ſinkt, um ſo länger dauert die weitere Abkühlung. Nach Verlauf von drei Tagen iſt in der Regel eine Kühlung auf 37° C. erreicht und das Material iſt alsdann zum Abſchleudern bereit. Zweckmäßiger läßt man aber die Maſſe längere Zeit, vier bis fünf Tage, im Apparate, um eine vollſtändigere Kryſtalliſation zu erhalten.

Dieses Verfahren, welches sich in vielen Fabriken bereits bewährt hat, bietet den großen Vorteil, in kürzester Frist die gesamten Nachprodukte aufarbeiten zu können, so daß die sonst so umständliche, und wegen der dauernden Heizung der Kryſtalliſationsräume koſtſpielige, Baſſinarbeit ganz umgangen werden kann. Dabei liefert ſie ſelbſt bei den letzten Nachprodukten Zucker von verhältnismäßig hohem Reinheitsgrade.

3. Das Grosſé'ſche Verfahren.

Dieſes Verfahren, welches erſt in neueſter Zeit in Deutſchland eingeführt wurde, nach welchem aber ſchon ziemlich viele Fabriken mit Erfolg arbeiten, beſteht im Verkochen des Ablaufes vom erſten Produkte auf Korn. Der hierzu dienende Apparat, abgebildet in Fig. 213*), beſteht in einem cylindriſchen Vakuum mit koniſchem Boden, in deſſen Mitte ein ſenkrechtes Förderrohr von 0,6 m Durchmeſſer angebracht iſt. In dieſem Förderrohre befindet ſich eine mit ſieben Schneckenteilen verſehene Welle, welche durch ein Paar oberhalb des Apparates befindliche koniſche Räder in Drehung verſetzt wird.

Die Welle macht 15 Undrehungen in der Minute und hebt dabei die wärmeren Teile des Syrups fortwährend nach oben, wodurch die oberen Schichten nach unten bewegt werden. Der nach oben gelangende Syrup wird dabei abgekühlt und ſcheidet infolgedeſſen Kryſtalle aus, die ſich beim Zurückkommen in die wärmeren Teile des Apparates nicht wieder auflöſen können, weil inzwiſchen das Löſungswaſſer verdunſtet iſt. Nach den Mitteilungen, welche Herr Direktor H. Hermann von der Firma C. Heckmann in Breslau im Schleſiſchen Zweigverein der Rübenzuckerfabrikanten machte, iſt man nach dieſem Verfahren im ſtande, innerhalb höchſtens dreier Tage, meiſt in 50 bis 60 Stunden, die Abläufe vom erſten Produkte, ſobald ſolche einen Reinheitsquotienten von 68 bis 78 haben, in Zucker zweiten Produktes und Melaſſe zu zerlegen. Der eigentliche Kochprozeß dauert 40 bis 48 Stunden, alsdann wird die Maſſe in ein Verteilungsrührwerk (eine Submaiſche) abgelaſſen und in derſelben 24 Stunden gerührt, bis

*) Entnommen der Sucrerie indigène ꝛc. durch Scheibler's Neue Zeitſchrift ꝛc., Bd. XLII.

ihre Temperatur auf 40 bis 45° abgekühlt iſt, worauf ſie direkt in die Centrifugen gelangt.

Ein Groſſé'ſches Vakuum von 300 hl nutzbaren Inhalts und

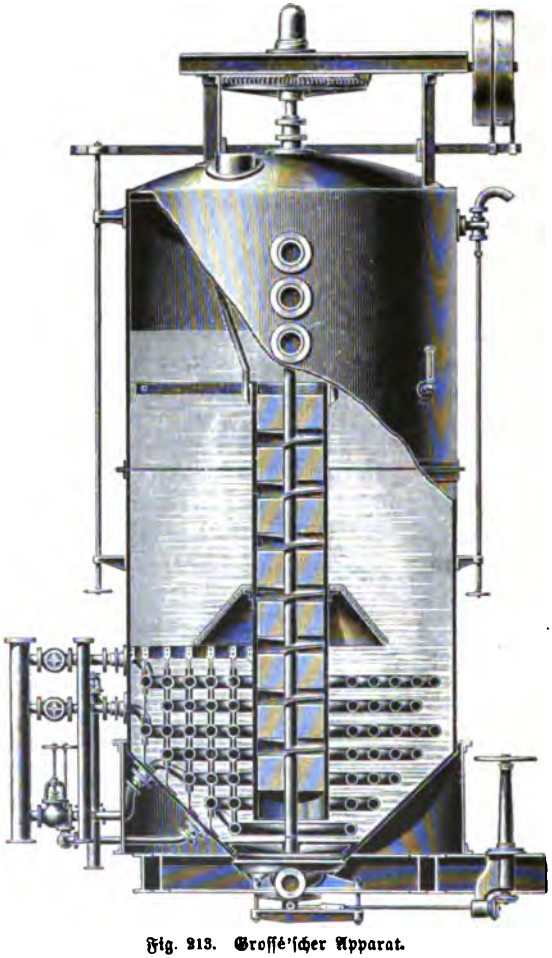


Fig. 213. Groſſé'ſcher Apparat.

zwei Rührwerke von gleicher Größe genügen für eine tägliche Verarbeitung von 2500 metr Rüben.

Die Fabriken, welche in der verfloſſenen Betriebsperiode nach

diesem Verfahren gearbeitet haben, wissen über dasselbe im ganzen nur Günstiges zu berichten; die Reinheitsquotienten der bei demselben entfallenden Melasse sind ebenso niedrig, wenn nicht niedriger, als die anderer Melassen auch; selbstverständlich können dieselben nicht überall gleich sein, da auch hier die Natur des Nichtzuckers mitspricht.

Das Verfahren ist in Deutschland nicht patentiert, jedoch steht der Apparat unter Musterschutz.

4. Das Freitag-Lenze'sche Verfahren*)

ist in den letzten Jahren ebenfalls vielfach eingeführt worden. Bei demselben wird der Ablauf vom ersten Produkte auf eigentümliche Weise in einem gewöhnlichen Vakuum, dessen Inhalt gleich dem halben Tagesquantum an Syrup ist, auf Korn gekocht. Die Kochdauer beträgt 9 bis 11 Stunden. Die erzeugte sehr stramme Füllmasse läuft in geschlossenen Rohren in neben den Kochapparaten stehende, geschlossene, mit Rührwerk versehene Maischen, in denen sie aber nur alle sechs Stunden 1 bis 2 Minuten gerührt wird, um das Starrwerden zu verhüten. Nach drei Tagen ist die Masse schleuderreif.

5. Die Zurücknahme der Abläufe in die Vorstationen.

Die Versuche, den Ablauf vom ersten Produkte in die Scheidung zurückzunehmen und denselben mit den frischen Rübensäften alle Reinigungsoperationen durchmachen zu lassen, sind schon uralt, aber in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten wieder aufgenommen und als neue Arbeitsmethoden in die Industrie eingeführt worden. Da dieselben auch eine Art der Nachproduktsarbeit bedeuten, sollen dieselben hier kurz besprochen werden; eine Zusammenstellung dieser verschiedenen Erfindungen findet man in der schon citierten Arbeit von Ernst Glanz.

Das Verfahren von J. und O. Loeblich (D. R.-P. Nr. 96655) besteht darin, daß eine abgemessene und auf 95 bis 100° erhitzte Menge des Ablaufs, dessen Reinheitsquotient nicht unter 76 betragen

*) Nach der verdienstvollen Zusammenstellung der neueren Verfahrungsweisen zur Aufarbeitung der Nachprodukte von Ernst Glanz in Scheibler's Neuer Zeitschrift, Bd. XLII.

darf, zusammen mit dem vorgewärmten rohen oder unvollständig geschiedenen, aber filtrierten Safte in der Trockenscheidung oder in der ersten Saturation zusammengeführt wird. Die Scheidung geschieht mit $3^1/_4$ bis $3^1/_2$ Proz. frisch gebranntem Kalke.

Das Verfahren von Dr. H. Zscheye ist in Deutschland nicht patentiert und wird in einer Zuckerfabrik Böhmens wie folgt durchgeführt:

„Dem auf 75—80° C. erwärmten Diffusionssaft werden in den Läuterpfannen 2,5 bis 3,0 Proz. Kalk und 1,56 Proz. (auf Rübe berechnet) auf 70° Bx verdünnter neutralisierter Syrup zugesetzt. Nach dem Durchmischen wird der Saft der Saturation unterzogen. Bei der ersten Saturation wird bis zur Alkalität von 0,1—0,12 Proz. Kalk saturiert und hierauf 0,04 Proz. (auf Rübe) Chlorbaryum zugesetzt. Zur zweiten Saturation werden ca. 0,5 Proz. Kalk zugefügt, auf 0,07—0,08 mittels Saturationsgas saturiert und die Alkalität schließlich mit Hilfe von schwefliger Säure auf 0,05 Proz. Kalk vermindert.

Bei der dritten Saturation wird teils mittelst Saturationsgas, teils durch schweflige Säure bis zu einer Alkalität von 0,02 Kalk saturiert."

Über das Verfahren endlich von M. Stenzel in Eichenbarleben berichtete Herr Carl Loß in der Sitzung des Zweigvereins in Magdeburg wie folgt:

„Es werden abwechselnd 2 Sude aus reinem Rübendicksaft und dann ein sogenannter gemischter Sud gekocht. Man verdünnt hierzu den gesamten Ablauf der beiden ersteren Sude, welcher einen Quotienten von etwa 80 hat, mit soviel Dünnsaft aus der zweiten Saturation (ungefähr 45 Proz. des Ablaufs), daß das Gemisch eine Konzentration von 50° Bx erhält, setzt 3 Proz. des Gewichts des Ablaufs an Kalk in Form von Kalkmilch zu, kocht 10 bis 20 Minuten sehr energisch auf, saturiert mit Kohlensäure auf etwa 0,10 Proz. Alkalität herunter, filtriert durch eine gewöhnliche Filterpresse, saturiert nochmals mit schwefliger Säure bis auf 0,05 Proz. und filtriert mittelst eines Filters eigener Konstruktion, das mit Holzstäbchen gefüllt ist. (Gebrauchsmuster R. Cl. 89 Nr. 99 362). Der so gereinigte Ablauf wird zu gleichen Teilen mit reinem Rübendicksafte in einem Gefäß vermischt, und das Gemisch zum Nachziehen bei dem sogenannten gemischten Sude verwendet, nachdem zuvor mit reinem Rübendicksafte Korn gebildet ist. Der weitere Verlauf beim Verkochen ist genau

derselbe, wie bei jedem anderen Sude. Der Ablauf der gemischten Sude wird auf Nachprodukt-Füllmasse verkocht und so systematisch aus dem Fabrikbetriebe ausgeschieden."

„Eine Quotientenverbesserung direkt findet bei diesem Verfahren nicht statt, wohl aber soll die energische Behandlung mit Kalk eine ganz bedeutende physikalische Verbesserung der Abläufe bewirken, die ihre Zähflüssigkeit fast ganz verlieren, so daß die eingekochten Füllmassen zweiten und dritten Produkts eine außerordentliche Energie beim Anschießen und sehr kräftige Kryställbildung kurze Zeit nach dem Einkochen bereits zeigen."

Ein wesentlicher Unterschied ist in diesen drei Verfahrungsweisen nicht zu erkennen; der pekuniäre Erfolg derselben liegt darin, daß ein Teil des Zuckers, welchen man sonst als Nachprodukt erhält, mit dem Erstprodukt zusammen auskrystallisiert und daß letzteres, bei demselben Rendement teurer ist, als ersteres. Dieser Preisunterschied und damit der Gewinn dieser Arbeit ist ein wechselnder; er betrug z. B. für ein Rendement von 88 (s. S. 445) in der Woche vom 13. bis 16. März für Ware beider Gattungen von bester Qualität

im Jahre	1897	0,35	Mk.	für	100	kg
„	„	1898	1,55	„	„	„	„
„	„	1899	0,95	„	„	„	„

Eine Ausscheidung von Nichtzuckerstoffen bei der Zurücknahme von Abläufen hat bisher von niemandem nachgewiesen werden können, jedoch scheint der gesperrt gedruckte Satz in dem Berichte über das Stenzel'sche Verfahren darauf hinzudeuten, daß der Kalk dennoch die Melasse im günstigen Sinne verändert. Nach dem, was oben S. 294 über die Vorgänge bei der Scheidung gesagt wurde, ist eine solche Veränderung nur darin zu suchen, daß zersetzbare Nichtzuckerstoffe, welche sich der Einwirkung des Kalkes in der Scheidung entzogen haben und welche infolgedessen bis in die Abläufe mitgegangen sind, nunmehr durch kräftiges Kochen mit Kalk fertig zersetzt worden sind.

Durch diese nachträgliche Zersetzung werden in dem Syrup enthaltene unkrystallisierbare Substanzen in krystallisierbare verwandelt und damit wird auch die Krystallisierbarkeit des Zuckers erhöht. Es soll dahingestellt bleiben, ob es nicht vorteilhafter ist, diese Zersetzungen schon im Rübensafte vorzunehmen, die Rückführung der Abläufe würde sich alsdann erübrigen.

Viele Fabriken ziehen den Ablauf vom Erstprodukte erst zur kochenden Füllmasse, also im Vakuum oder, wo eine solche vorhanden, in der Huch'schen Kochmaische zu, ehe der Sud vollständig fertig gekocht ist, kochen dann noch einige Zeit weiter und lassen in Sudmaischen ab.

Die Grenze, bis zu welcher man dabei mit dem Wassergehalte der Füllmasse gehen darf, hängt von der Natur der Säfte und der Menge und Natur des Ablaufes ab und kann nur durch Beobachtung und Erfahrung kennen gelernt werden. Kocht man dabei zu stramm, so erhält man zähe Füllmassen und schlechten Zucker.

Auf den Wert der Zurückführung der Abläufe in die Saftstationen oder in die Füllmasse werden wir im nächsten Kapitel nochmals kurz zurückkommen, wollen aber hier einflechten, daß das Einziehen von Abläufen einer gewissen Art in das Vakuum und das Rühren von Abläufen mit Zuckerkrystallen unter bestimmten Bedingungen unter Patentschutz stehen (Dr. J. Bock's Patente Nr. 33 190, 38 893, 39 957, 56 867 und 59 115) und daß daher jeder Fabrikant, der nach einer ihm vorteilhaft scheinenden Methode Syrup im Vakuum, der Sudmaische oder der Kochmaische mit Erstproduktsfüllmasse zusammen verarbeiten will, es sich sorgfältig überlegen muß, ob er dies ohne Genehmigung des Patentinhabers thun darf oder nicht.

Bei allen diesen Arbeitsweisen ist es nicht möglich, wie bei der Arbeit mit Schützenbach'schen Kästen die Füllmasse zum Zwecke der Betriebskontrolle zu verwiegen und zu polarisieren. Um trotzdem eine Kontrolle über die Ausbeute zu haben, verwiegt man das aus der betr. Woche stammende Erstprodukt und vermißt den dazu gehörigen eingekochten Ablauf. Außerdem. sammelt man von beiden Produkten möglichst genaue Durchschnittsproben in verschlossenen Flaschen, polarisiert dieselben nach Schluß der Woche und bestimmt daneben das Gewicht von 100 cc des eingekochten Ablaufes in warmem Zustande. Die betreffenden Zahlen seien:

Produziertes Erstprodukt . . .	3750 metr,
Polarisation desselben	95,6 Proz.,
Eingekochter Ablauf	90 cbm,
Gewicht von 100 cc desselben .	148 gr,
Polarisation desselben	75,6 Proz.

Es berechnet sich dann das Gewicht des eingekochten Ablaufes zu $90 . 14{,}8 = 1332$ mctr.,

das der Füllmasse zu $3750 + 1332 = 5082$ mctr,

die Ausbeute an Erstprodukt aus der Füllmasse zu 73,79 Proz.

Die Polarisation P der Füllmasse berechnet man dann nach der Alligationsgleichung

$$73{,}79 \times 95{,}6 + 26{,}21 \times 75{,}6 = P \times 100,$$

also ist $P = 91{,}35$ Proz.

Daß die so berechnete Füllmasse konzentrierter ist, als die aus dem Vakuum abgelassene, ist für die Betriebsberechnung ohne Bedeutung. Diese Methode kann man auch mit Vorteil zur Kontrolle der Verwiegung der Füllmasse bei der Kastenarbeit verwenden.

Drittes Kapitel.

Der Rohzucker.

Von den Centrifugen wird der Rohzucker nach dem stets höher als diese gelegenen Zuckerboden geschafft. Die Einrichtungen hierzu sind so verschieden, daß wir dieselben unmöglich sämtlich beschreiben können. Wo die Centrifugen mit unterer Entleerung eingerichtet sind, schafft eine Schnecke oder die S. 510 beschriebene Förderrinne den Zucker nach einem Elevator; wo derartige Centrifugen in einem höheren Stockwerke aufgestellt sind, besorgt auch wohl ein unter denselben auf Schienen laufender Kippwagen diese Arbeit. Wo die Centrifugen von oben entleert werden, kann man den Zucker ebenfalls in Kippwagen zum Elevator befördern, oder man sammelt ihn in Schützenbach'schen Kästen oder in Säcken und bringt ihn mittels Fahrstuhles in die höheren Stockwerke.

Auf dem Zuckerboden müssen mit dem Zucker noch verschiedene Arbeiten vorgenommen werden, ehe er verkaufsfertig ist; so, wie er aus den Centrifugen kommt, würde er von jedem Käufer zurückgewiesen werden, schon deswegen, weil er beim Schleudern nie ganz gleichmäßig fällt, und infolgedessen eine zuverlässige Entnahme der Probe nicht möglich sein würde. Jede Partie Zucker wird deshalb vor dem Einfüllen in die Säcke durch Umstechen mit Holzschaufeln gemischt. Als Partie gilt am Markte ein Quantum von 500 Sack, jeder zu 100 kg netto; jede Partie muß durch Zeichen und Nummern, welche man auf jedem Sacke anbringt, als solche erkennbar sein.

Beim Verkaufe des Zuckers wird außerdem gefordert, daß derselbe frei von Knoten sei. Ein guter Zucker darf nur aus vielen, lose

bei einander liegenden Kryſtallen beſtehen; alle größeren Zuſammenballungen, welche nicht bei einem leiſen Drucke zerfallen, nennt man Knoten. Solche Knoten können ſich auf die verſchiedenſte Weiſe bilden: durch Auflagerung von Füllmaſſebeſtandteilen auf die Schlangen des Vakuums, wenn die Säfte ſchwer kochen, durch Zuſammentrocknen ungenügend ausgeſchleuderter Füllmaſſeklumpen, wenn z. B. die Maiſche

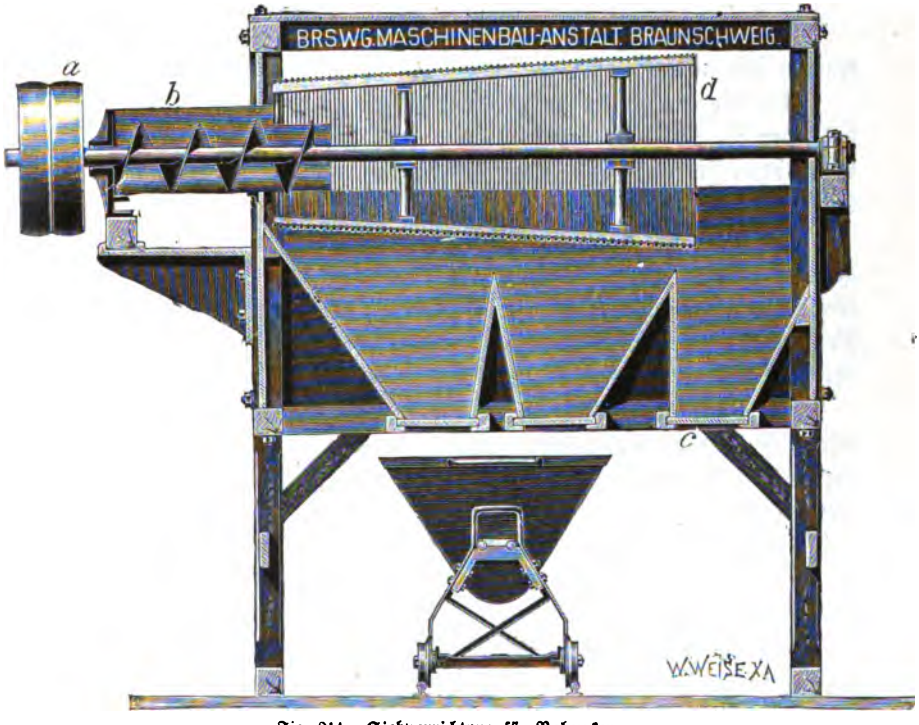


Fig 214. Siebvorrichtung für Rohzucker.

ſchlecht arbeitet und dadurch unzerkleinerte Füllmaße in die Centrifugen gelangt u. ſ. w.

Um die Knoten zu entfernen und der Bildung derſelben durch Zuſammentrocknen vorzubeugen, wird der Zucker, wenn irgend möglich, unmittelbar nachdem er aus den Centrifugen kommt, geſiebt. Eine Einrichtung hierzu zeigt Fig. 212. Bei derſelben fällt der Zucker aus dem Elevator *A* direkt auf ein ſchräges Drahtſieb *G*, durch welches hindurch der geſiebte Zucker in einen untergeſtellten Wagen fällt.

Bei der Einrichtung, welche in Fig. 214 dargestellt ist, wird der Zucker dem kegelförmigen Drahtsiebe *d* durch die Schnecke *b* zugeführt. Schnecke und Sieb werden durch die Riemenscheibe *a* gedreht. Der lose Zucker fällt in den untergestellten Wagen, die Knoten werden in dem Rumpfe *c* gesammelt. Diejenigen Knoten, welche so hart sind, daß sie sich nachträglich zerkleinern lassen, werden am besten in den Dünnsaft eingeworfen.

Bei der Arbeit mit Submaischen ist übrigens die Bildung von Knoten fast ausgeschlossen.

Der für den Zucker zu zahlende Preis wird nach dem Rendement desselben (s. S. 445) berechnet und setzt sich zusammen aus einem Grundpreise und aus einer Vergütung für Über- und Unter-Rendement.

Als Grundpreis für gewöhnlichen Rohzucker ersten Produktes gilt der Preis von 1 Centner Zucker, dessen Rendement 88 beträgt. Ergiebt die Analyse des gelieferten Zuckers ein höheres oder geringeres Rendement, als 88, so wird das Mehr oder Weniger mit $12^1/_2$ Pf. für den Centner Zucker zu- oder abgerechnet.

Ein Erstprodukt habe z. B. 95,0 Proz. Zucker und 0,84 Proz. Asche, sein Rendement betrage also $95 - 5 \times 0{,}84 = 90{,}8$ und der verabredete Grundpreis sei Mk. 10,85, so kostet ein Centner desselben Mk. 10,85

$+ 2{,}8^0$ Überrendement à 12,5 Pf. = „ 0,35

zusammen Mk. 11,20

Hat ein Zucker hingegen 94,0 Proz. Zucker und 1,36 Proz. Asche, beträgt also sein Rendement 87,2, so kostet derselbe bei demselben Grundpreise

Mk. 10,85 — 0,8 (Unterrendement) × 12,5 Pf. = Mk. 10,75.

Ist der Zucker auf Grundlage des Rendements von 88, oder, wie man sich im Handel kürzer ausdrückt, Basis 88 verkauft worden, so ist solcher unter 86 Rendement in der Regel nicht lieferbar, d. h. der Käufer ist berechtigt, die Abnahme desselben zu verweigern und anderen Zucker dafür zu verlangen. Auch nach oben ist das Rendement begrenzt, insofern, als das über 92 hinausgehende Rendement im allgemeinen nicht bezahlt wird, wenn nicht hierüber beim Abschlusse des Verkaufs besondere Abmachungen getroffen worden sind. Inländische

Raffinerien genehmigen in der Regel diese sogenannte unbegrenzte Regulierung ohne weiteres, doch wird solcher Zucker, den man als hohe oder Raffinerie-Ware bezeichnet, auch auf Basis 92 verkauft und in den Marktberichten notiert. Der Verkäufer darf dann aber nicht unter 91 Rendement abliefern. Das Über- oder Unterrendement wird dabei mit 20 Pf. pro Grad und Centner berechnet. Bei einem Grundpreise von Mk. 11,30 Basis 92 würde demnach ein solcher Zucker mit einem Rendement von 93,6 kosten:

Grundpreis	Mk. 11,30
1,6° Uberrendement à 20 Pf.	„ 0,32
zusammen	Mk. 11,62

Nachprodukte endlich werden stets auf Basis 75 verkauft. Uber- und Unter- (sc. Rendements-) Grade werden dabei wie beim gewöhnlichen Erstprodukte mit $12^1/_2$ Pf. reguliert. Der Käufer begrenzt hierbei zuweilen das Rendement nach oben.

Bei der Ablieferung von Zucker spielt auch zuweilen der Gehalt desselben an Invertzucker eine Rolle. Ein Zucker wird nur dann als „gesund" angesehen, wenn er gegen Phenolphtaleïn alkalisch reagiert und frei von Invertzucker ist. Die inländischen Raffinerien weisen im Prinzip allen Zucker zurück, welcher diese Eigenschaften nicht besitzt; selbstverständlich aber steht es jeder derselben frei, auch unter Umständen inverthaltigen Zucker zu kaufen. Bei Zucker, der für den Export bestimmt ist, ist man weniger streng; bei diesem begnügt sich der Käufer in der Regel damit, den Gehalt an Invertzucker, wie den Aschengehalt, fünf mal vom Rendement in Abzug zu bringen. Eine Verpflichtung des Käufers zur Abnahme invertzuckerhaltigen Zuckers liegt aber auch beim Export nicht vor, es sei denn, daß er mit diesem Umstande beim Verkaufe bekannt gemacht worden ist.

Nachdem wir nunmehr die Art und Weise der Preisberechnung beim Zuckerverkaufe kennen gelernt haben, kommen wir nochmals auf den Wert der Zurückführung der Abläufe zurück. Bei der Berechnung der Rentabilität dieser Arbeitsweisen wird stets nur mit dem Über- oder Unterrendement des gewonnenen Zuckers operiert, d. h. es wird der Preisberechnung derselbe Grundpreis zu Grunde gelegt ohne Rücksicht darauf, ob der Zucker mit oder ohne Ablauf hergestellt wurde. Für solche Fabriken, welche nur für den Export arbeiten, läßt sich

gegen diese Berechnungsweise nichts einwenden, weil der Export nur Ware mittlerer Qualität verlangt und für bessere Qualitäten keinen höheren Preis bezahlt. Rohzuckerfabriken aber, die vorzugsweise an Raffinerien liefern, müssen bei dieser Rentabilitätsberechnung den unter Zusatz von Ablauf erhaltenen Zucker mit einem niedrigeren Grundpreise ansetzen, wie den aus reinem Dicksafte gewonnenen, weil die Raffinerien beim Einkaufe auf die Qualität des Zuckers in der Regel einen großen Wert legen, diese Qualität aber durch die Zurücknahme der Abläufe stets verschlechtert wird.

Die für die Beurteilung der Qualität eines Zuckers maßgebenden Eigenschaften desselben haben wir im Laufe unserer Darstellung schon öfter flüchtig erwähnt; die hauptsächlichsten derselben sind: 1. Das Korn desselben soll scharf, glänzend und möglichst gleichmäßig sein; zwischen den Krystallen abgelagerter mehliger Zucker und mattes Korn ist im stande, denselben für manche Raffinerien vollkommen unbrauchbar zu machen. 2. Die Farbe desselben soll möglichst hell, der Farbenton rein gelb sein. Eine rötliche, rotbräunliche oder graue Färbung deutet auf einen Gehalt des Zuckers an Eisen und dieser wieder auf mangelhaft ausgeführte Saturation hin. 3. Guter Zucker muß sich möglichst trocken anfühlen und darf nicht klebrig sein. Klebrigkeit desselben deutet immer auf eine ungünstige Zusammensetzung des in demselben enthaltenen Nichtzuckers hin. Wenn auch der Berechnung des Rendements eines Zuckers neben der Polarisation nur der Aschengehalt desselben zu Grunde gelegt wird, so ist doch der in demselben enthaltene organische Nichtzucker durchaus nicht ohne Einfluß auf die Preisberechnung. Zwei Partien Rohzucker von demselben Rendement können für die Raffinerie einen sehr verschiedenen Wert haben, je nachdem ihr Gehalt an organischem Nichtzucker verschieden ist, und diese Wertdifferenz kommt im Grundpreise zum Ausdrucke. Daß sich der Gehalt der Erstprodukte an solchem organischen Nichtzucker bei der Zurücknahme der Abläufe vermehrt, darf nach den Mitteilungen von Lippmann's kaum noch bezweifelt werden.

Viertes Kapitel.

Konsumzuckerarbeit.

Der aus dem Rübensafte dargestellte Rohzucker unterscheidet sich von dem Rohzucker der Kolonien dadurch, daß ersterer gewisse unangenehm schmeckende und riechende Stoffe enthält, welche in dem letzteren nicht allein nicht vorhanden, sondern durch angenehm schmeckende, aromatische Stoffe vertreten sind. Während daher der Zuckerrohrzucker vielfach im rohen, nicht gereinigten Zustande genossen wird, ist dies bei dem Rübenzucker nicht möglich. Die riechenden und eigentümlich schmeckenden Stoffe treten immer nur in äußerst geringen Mengen auf, sie sind Bestandteile des den Kryſtallen anhaftenden Syrups. Mit der Beseitigung des Syrups verschwinden auch jene und wird der Rohzucker zu Konsumzucker. Dies geschieht entweder durch ein Umarbeiten des fertigen Rohzuckers, welches in besonderen Fabriken, Raffinerien, vorgenommen wird, oder man leitet den Betrieb der Rohzuckerfabriken so, daß man als erstes Produkt ein Material von hoher Reinheit erhält, dem durch eine entsprechende Behandlung leicht der letzte Rest des anhängenden Syrups entzogen werden kann. Auf diese Weise erhält man unmittelbar aus dem Safte Konsumware. Jedoch ist hierbei zu berücksichtigen, daß nur das erste Produkt direkt Konsumzucker liefert. Die dabei erzeugten Syrupe müssen auf Nachprodukte verarbeitet werden, welche wertvolles Rohmaterial sind, insofern als man sie zum Einwurfe in den Dicksaft verwendet und dessen Beschaffenheit dadurch verbessert. Sehr vielfach wird in den auf Konsumzucker arbeitenden Fabriken noch Rohzucker von anderen Fabriken angekauft, um durch diesen den Einwurf zu verstärken. Streng genommen ist daher die Komsumzuckerarbeit der Rübenfabriken eine Raffinerie, bei welcher Rohzucker mit Rübensaft umgearbeitet wird.

Es würde über den Rahmen dieses Buches hinausgehen, wollten wir hier den Raffineriebetrieb ausführlich schildern; eine solche Schilderung würde fast einen besonderen Band füllen. Wir beschränken uns daher auf eine kurze Beschreibung der Methoden, die auch in solchen Fabriken angewandt werden, welche Rüben verarbeiten.

Es sind namentlich drei Formen, in welchen der Konsumzucker der Rübenfabriken in den Handel kommt. Kryſtallzucker, Saftmelis, mit seinen Abarten Würfelzucker und Pilé, und endlich Farin.

Diese unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre äußere Form. Der Kryſtallzucker besteht aus schön ausgebildeten, isolierten Kryſtallindividuen. Der Melis ist ein Hauſwerk von untereinander dicht verwachsenen Kryſtallen, welches die Gestalt der Kryſtalliſationsgefäße, der Hut- oder Brotformen behält, oder als Würfelzucker zu regelmäßigen Stücken zerschnitten, oder als Pilé zu unregelmäßigen Brocken zerbrochen wird. Farin endlich ist ein zu feinem Mehl vermahlener Zucker, bei welchem durch absichtliche Zerkleinerung das kryſtalliniſche Aussehen zerstört ist.

Welche dieser Zuckerarten man auch darstellen wollte, so sind die Vorarbeiten immer gleich. Sie setzen einen Saft von vorzüglicher Güte voraus, sorgfältige Scheidung und Saturation, schwache Konzentration des Dicksaftes, reichlichen Einwurf von Rohzucker und Nachprodukten in den Dicksaft. Abweichungen in der Art der Arbeit treten erst beim Kochen und namentlich in der Behandlung der Füllmassen auf.

I. Kryſtallzucker.

Diese Form der Zuckers, welche in England seit langer Zeit unter der Bezeichnung Granulated allgemein verwandt wird, findet sich bislang im deutschen Handel noch verhältnismäßig wenig, da das Publikum noch nicht an den Gebrauch dieses, durch schönes Aussehen ausgezeichneten Zuckers gewöhnt ist.

Die Hauptsache seiner Darstellung beruht in der richtigen Behandlung der Masse im Vakuum. Durch sehr vorsichtiges und langsames Kochen, durch geringe Einzüge von Klärsel muß für die Bildung möglichst gleichmäßiger Kryſtalle gesorgt werden. Gegen Ende der Operation wird die Temperatur so weit herabgebracht, wie es irgendwie möglich ist, die Luftpumpe muß dabei mit aller Anstrengung ar-

beiten, im Kondensator muß eine reichliche Menge von Wasser einspritzen. Bei so niederer Temperatur ist die Kryſtalliſation größtenteils beendet, der Inhalt des Vakuums bildet schließlich eine nur noch wenig flüſſige Masse, die nach Zusatz von Syrup ohne weiteres zum Schleudern kommt.

Ein Zusatz von Syrup ist dabei unbedingt erforderlich, weil die Füllmasse, selbst im warmen Zustande, so dickflüſſig ist, daß sie sich in der Centrifuge nicht gleichmäßig verteilen würde. Dieser Zusatz geschieht in einer Rührmaische.

In der Centrifuge schleudert man den Syrup ab, soweit es irgend wie thunlich ist. Es haftet dann den Kryſtallen immer noch, ebenso wie dem geschleuderten Rohzucker, eine bestimmte Menge Syrup an, die auf das vollständigste zu entfernen ist, um dem Zucker den reinen Geschmack zu geben und jede Spur von Geruch zu beseitigen, wie es für einen Konsumzucker erforderlich ist. Dies geschieht durch das Decken.

Das Decken ist ein Abwaschen der Kryſtalle und bezweckt, wie eben erwähnt, die Entfernung des anhaftenden sogenannten grünen Syrups. Es kommt nicht allein bei der Darstellung des Kryſtallzuckers zur Anwendung, sondern auch bei der Darstellung der feineren Sorten von Zucker, und überhaupt überall, wo es sich darum handelt, den Syrup bis auf die letzten Spuren aus den Produkten zu beseitigen. Es wird auf sehr verschiedene Weise ausgeführt. Man kann folgende Methoden unterscheiden: Die Wasser-, Klärsel-, Dampf- und Dampfnebeldecke.

1. Die Wasserdecke.

Läßt man, nach dem Abschleudern des Syrups, in die in starkem Umlaufe befindliche Trommel der Centrifuge, aus einem fein durchlöcherten Rohre, Wasser einspritzen, so werden die einzelnen Tropfen rasch von der Centrifugalkraft vom Mittelpunkte fort und gegen die die Wandung der Trommel bedeckende Zuckerschicht geschleudert. Das Wasser wird durch die Kryſtallmassen hindurchgetrieben, verflüſſigt dabei den an der Oberfläche hängenden Syrup und nimmt ihn mit. Dabei strömt neues Wasser nach, dieses wäscht die Kryſtalle weiter, bis sie endlich ganz rein in der Trommel zurückbleiben.

Mit der Anwendung der Wasserdecke ist ein Übelstand verbunden: Von allen Lösungsmitteln löst keines so große Mengen von Zucker, wie das Wasser. Wenn daher die Menge des anzuwendenden Wassers nicht ganz genau bemessen und auf das geringste Maß beschränkt wird, so wird von dem in der Centrifuge befindlichen Zucker ein sehr großer Anteil gelöst und in die Ablaufsyrupe gebracht. Die hierdurch entstehenden Verluste können so groß werden, daß man lange Zeit von der Verwendung der Wasserdecke ganz Abstand genommen hat. Erst neuerdings ist sie wieder aufgenommen worden und wird gegenwärtig mit günstigstem Erfolge, namentlich in den großen Raffinerien zum Ausdecken des Rohzuckers, angewandt. Man bedient sich dabei eines mit haarfeinen Löchern versehenen Rohres, welches mittels eines elastischen Schlauches mit einer Druckpumpe in Verbindung steht. Durch die Pumpe wird ein Druck von acht Atmosphären auf das Wasser ausgeübt. Unter dem Einflusse dieses hohen Druckes sprüht das Wasser in Form unendlich kleiner Tröpfchen, als Nebelmasse, aus den Öffnungen des Rohres. Diesen Nebel läßt man, je nach der Beschaffenheit des Zuckers, etwa sechzig Sekunden lang, eine längere Zeit ist selten erforderlich, auf den Inhalt der in vollem Umlaufe befindlichen Trommel wirken, und erzielt damit eine genügende Waschung der Krystalle, ohne allzuviel Zucker zu lösen.

2. Die Klärseldecke.

Verwendet man zum Waschen der Krystalle, statt des Wassers, eine gesättigte Lösung von reinem Zucker, Deckkläre oder -klärsel genannt, so erreicht man dasselbe, aber man vermeidet die durch die lösende Wirkung des Wassers herbeigeführten Verluste, da eine gesättigte Lösung sich wohl mit dem flüssigen Syrup zu mischen und diesen zu verdrängen, aber keinen Zucker mehr zu lösen vermag. Aus diesem Grunde verwendet man die Klärseldecken sehr allgemein und nicht allein in der Centrifuge, sondern auch zum Waschen der geformten Zucker, der Brotzucker, sowohl beim Saftmelis, wie auch bei der Raffinade. Von allen Deckmethoden greift diese den Zucker am wenigsten an und eignet sich daher am besten dazu, um auf feines Korn gekochten Zucker von Syrup zu befreien.

Die Klärsel werden immer dargestellt durch Lösen von Zucker, dessen Beschaffenheit besser ist als das zu waschende Material, oder

man verwendet ein Klärsel, welches bereits zum Waschen eines reineren Zuckers gedient hat, um damit unreineren zu waschen, da dieses noch Unreinigkeiten, Farbstoff und dergleichen aufzunehmen vermag. Diese Verwendung von schon einmal gebrauchter Deckflüssigkeit, die man als gelben Syrup bezeichnet, zur Beseitigung der Hauptmasse der Verunreinigungen, ist um so mehr zu empfehlen, als das Klärsel bei seiner ersten Benutzung sich jedenfalls mit Zucker vollständig gesättigt hat und dann beim zweiten Gebrauche keinen Zucker mehr lösen kann. Nur zuletzt, wenn der Zucker nahezu rein ist, läßt man noch Klärsel von derselben Beschaffenheit, welche der Zucker erhalten soll, hindurchgehen.

Bei der Bereitung des Klärsels verwertet man Zucker, welcher vollkommen rein, aber auf irgend eine Weise für den Handel unbrauchbar geworden ist. Es ergeben sich verschiedene solcher Abfälle, bei der Kryſtallzuckerfabrikation z. B. die feinsten Kryſtalle, welche man häufig durch Absieben von den gröberen trennt, bei der Formzuckerfabrikation zerbrochene Brote, auch solche Zucker, die mechanisch verunreinigt sind, sich aber von diesen Beimengungen leicht trennen lassen.

Alle solche Zucker werden in warmem Wasser gelöst oder geschmolzen, so daß ein Syrup von etwa 65° bis höchstens 70° Saccharometer entsteht, dieser wird mit etwas fein gepulverter Knochenkohle, häufig unter Zusatz von Blut, vermischt und dann in einer offenen Pfanne mit Doppelboden langsam zum Sieden erhitzt. Bei der Erwärmung gerinnen die Eiweißstoffe des Blutes, hüllen dabei alle feinen suspendierten Teile, das Knochenkohlenpulver, ein, und bilden dabei, ähnlich wie bei der Scheidung nach oben, eine Schaumdecke über dem Spiegel der Flüssigkeit. Das Ganze treibt man durch eine Filterpresse und läßt alsdann den Syrup noch durch ein Filter gehen. Viele Fabrikanten umgehen die Behandlung mit Kohlenpulver und Blut und lassen das Klärsel unmittelbar über das Filter gehen. Das abfließende Klärsel muß wasserhell, gänzlich farblos, klar, blank sein.

Bei einmal eingeleitetem Betriebe dient das eigentliche Klärsel nur zum letzten Nachwaschen der Kryſtalle. Zum Beginne des Betriebes läßt man, nachdem der erste, grüne Syrup abgeschleudert ist, und nachdem unter die Ablauföffnung der Centrifuge ein besonderes Gefäß gestellt ist, zunächst eine kleine Menge reines Klärsel in die in raschem Umlaufe begriffene Centrifuge mittels einer Fesca'schen Verteilungsvorrichtung einfließen. Dieses verdrängt einen großen Teil des

Syrups. Das hier erhaltene Gemisch von Klärsel und Syrup kann dem Dicksafte zugesetzt werden.

Bemerkt man am Ablauf keine neuen Tropfen mehr, so giebt man eine zweite Decke von Klärsel, schleudert diese ebenfalls ab und fängt sie wieder in einem besonderen Gefäße auf, um sie bei der nächsten Operation als erste Decke zu verwenden. Ebenso giebt man eine dritte Decke, deren Ablauf bei der folgenden Operation als zweite Decke genommen wird. Und so fährt man fort, bis endlich die letzte Decke rein und unverändert abfließt, ein Beweis, daß der nunmehr noch an den Krystallen haftende Syrup ebenso rein wie die Decke ist. Da aber der zur Bereitung des Klärsels verwandte Zucker völlig rein war, so sind zuletzt die Krystalle nur noch mit einer konzentrierten reinen Zuckerlösung schwach angefeuchtet.

Wie viele aufeinander folgende Decken man zu geben habe, hängt ganz von der Reinheit der in die Centrifuge gekommenen Füllmasse und der dem Produkte zu gebenden Qualität ab. Man wird dabei nie über das Notwendige hinausgehen, einmal, um nicht unnötig viel Klärsel zu verbrauchen, und dann auch, weil das Klärsel trotz seiner hohen Konzentration immer noch etwas Zucker zu lösen vermag.

Könnte man das Klärsel als vollständig gesättigte Zuckerlösung herstellen, so würde es kein Lösungsvermögen für Zucker mehr haben. Dies ist jedoch praktisch nicht ausführbar, denn würde man die Konzentration des Klärsels über die angeführte Grenze hinaustreiben, so würde man wohl eine Flüssigkeit von geringerem Lösungsvermögen erhalten, diese würde aber so dickflüssig sein, daß sie sich nicht mehr filtrieren ließe, und würde namentlich zum Ausdecken von Formzucker ganz ungeeignet sein. Es ist nie zu vergessen, daß das Klärsel eine Flüssigkeit von zwar relativ geringem, aber nicht ohne Lösungsvermögen ist, und daß sie daher immer einen Teil des Zuckers aufnehmen und dadurch die Ausbeute verringern wird. Ist dieser Teil des Zuckers auch nicht verloren, so verursacht seine Wiedergewinnung durch neues Verkochen doch immer Kosten und Mühe.

Bei gut beschaffenen Füllmassen wird man stets mit zwei Decken auskommen, namentlich wenn man durch Anwendung der Fesca'schen Verteilungsvorrichtung dafür sorgt, daß die Deckflüssigkeit nur in Form eines äußerst feinen Sprühregens mit dem Zucker in Berührung kommt. Der Fesca'sche Apparat besteht aus einem, mit haarfeinen Löchern

durchbohrten Blechcylinder, welcher mit seinem unteren Rande durch einen Bajonettverschluß am Boden der Centrifugentrommel befestigt und während des Einlassens der Füllmasse mit einem Deckel verschlossen wird, um ein Einfließen von Füllmasse in den Cylinder zu verhüten. Nach beendigter Füllung wird der Deckel des Cylinders beseitigt und die Centrifuge durch Herablassen eines Klappdeckels, in dessen Zentrum sich ein Trichter befindet, durch den später die Deckflüssigkeiten eingegossen werden, verschlossen. Ist der grüne Syrup abgeschleudert, so wird gelber Syrup während des vollen Laufes der Centrifuge durch den Trichter in den Verteilungscylinder gegossen. Der Syrup wird durch die Centrifugenkraft durch die haarfeinen Öffnungen des Cylinders getrieben und dadurch, so weit wie irgend denkbar verteilt, gegen die die Wandung der Trommel bedeckende Zuckermasse geschleudert. Nach fünf Minuten langem Umlaufe, wenn kein Syrup mehr abläuft, wird das zur Aufnahme des Syrups bestimmte Gefäß durch ein anderes, leeres ersetzt und dann die zweite, aus reinem Klärsel bestehende Deckflüssigkeit in den Cylinder gegossen. Der dabei ablaufende Syrup ist der, bei der nächsten Schleuderung zu benutzende, gelbe Syrup. Nach dem Durchgange der zweiten Decke pflegt der in der Trommel befindliche Zucker rein weiß und für alle Verwendungen tauglich zu sein. Nach eingetretenem Stillstande der Trommel nimmt man zuerst den Verteilungscylinder heraus und stellt ihn, bis zum nächsten Gebrauche, in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, wodurch am sichersten einer Verstopfung seiner feinen Öffnungen vorgebeugt wird. Nach Wegnahme des Cylinders erfolgt die Entleerung der Trommel.

Mitunter verbindet man die Klärseldecke mit einer Dampfdecke uud zwar entweder so, daß man Dampf in den die Trommel umgebenden Mantel leitet, oder so, daß man etwas Dampf in die Trommel selbst einführt, wie bei der eigentlichen Dampfnebeldecke. Das erstere Verfahren bezweckt nur eine Anwärmung der in der Trommel enthaltenen Zuckermasse, während das letztere eine selbständige Decke bildet.

3. Die Dampfdecke.

Die Dampfdecke wird in zwei verschiedenen Formen gegeben. Bei der gewöhnlichen Dampfdecke läßt man, nachdem der Deckel des äußeren Mantels der Centrifuge verschlossen ist, durch eine in der Mitte desselben angebrachte Öffnung, Dampf von schwacher Spannung auf die

Spitze des Regulatorkonus blasen. Der Dampf wird dabei von der Centrifugalkraft ergriffen und gegen die im Umlaufe befindliche kältere Zuckermasse geschleudert. In Berührung mit dieser verdichtet er sich zu feinen Wassertröpfchen, die alsdann auf gleiche Weise wie die Wasserdecke wirken. Die Dampfdecke unterscheidet sich von der Wasserdecke vorteilhaft dadurch, daß das entstandene Wasser im Zustande größter Verteilung ist, daß immer lokal nur ganz kleine Wassermengen wirken können, und daß der Durchgang der entstandenen Flüssigkeit durch die Wärme unterstützt wird. Selbstverständlich muß man aber bei der Dampfdecke ebenso vorsichtig sein, wie bei der Wasserdecke, und sie so bald wie möglich unterbrechen, um nicht zu viel Zucker zu opfern.

Bei der anderen Form, der sogenannten russischen Dampfdecke, läßt man den Dampf nicht in das Innere, sondern in den zwischen der Trommel und dem Mantel befindlichen Raum strömen. Dabei kommt der Dampf mit dem Zucker wenig in Berührung, da er in kürzester Frist durch die Abflußöffnung hinausgejagt wird. Er dient hier vorzugsweise dazu, um den Zucker zu erwärmen, oder warm zuerhalten, den Syrup möglichst zu verflüssigen und so dessen Ablauf zu begünstigen.

Selbstverständlich ist dies nicht möglich ohne Verdichtung von Wasser, diese findet aber nicht, wie bei der eigentlichen Dampfdecke, im Inneren der Zuckermasse, sondern mehr an den Wandungen der Trommel und des Mantels statt, und von hier wird dann die Wärme durch Leitung und Strahlung auf den Zucker übertragen. Man reguliert die Dampfeinströmung so, daß der Raum zwischen Trommel und Mantel eine Temperatur von etwa 40 ° C. hat.

Für hochfeine Produkte ist es zu empfehlen, auf die russische Dampfdecke noch eine Klärseldecke folgen zu lassen.

Welche Art der Dampfdecke man verwende, so sollte man bei derselben, und namentlich, wenn man den Dampf direkt in die Trommel strömen läßt, für eine vollkommene Entwässerung des Dampfes sorgen, da dieser zu viel Zucker lösen würde, wenn er flüssiges Wasser mit sich führt. Zur Entwässerung des Dampfes schaltet man in die Leitung kurz vor dem Eintritte in die Centrifuge ein erweitertes Rohr ein, in welchem mehrere gegen die Strömung angebrachte Scheidewände, um die der Dampf sich seinen Weg bahnen muß, befestigt sind. Das vom Dampfe mitgerissene Wasser wird hier zurückgehalten, so daß keine größeren Tropfen in die Zuckermasse gelangen können.

4. Die Dampfnebeldecke.

Die Dampfnebeldecke unterscheidet sich von der gewöhnlichen Dampfdecke dadurch, daß man vollständig entwässerten Dampf, mit viel Luft vermischt, in die Trommel leitet. Der Dampf wird dabei auf eine Temperatur von 50° C. abgekühlt und kommt in Form unendlich kleiner Bläschen mit dem Zucker in Berührung, die gerade ausreichend sind, um den Syrup so weit zu verflüssigen, daß dieser, von der durch die Centrifugalkraft durch die Zuckermasse getriebenen Luft, gewissermaßen von den Krystallen abgeblasen werden kann.

Die von Fesca eingeführte Vorrichtung zur Erzeugung des Dampfnebels ist in den Figuren 196 und 198 dargestellt. Sie besteht aus einer auf dem Deckel angebrachten Lufthaube N, in welcher ein nach oben erweitertes Rohr O steckt. Während des Umlaufes der Centrifuge wird durch die Öffnungen Z der Haube, welche nach Bedarf geöffnet und geschlossen werden können, ein starker Luftstrom angesogen; diesem mischt sich der, durch ein seitlich in der Haube angebrachtes Rohr eintretende, ganz schwach gespannte Dampf bei und strömt durch das weite Rohr O in die Trommel. Das im Dampfe enthaltene Wasser wird in dem Innenraume der Lufthaube zurückgehalten und durch das Röhrchen Z' abgeleitet. Um die letzten Reste von Wasser, welche trotz der Anwendung der Haube, dem Dampfe noch beigemischt sein könnten, abzuscheiden, hat Fesca noch eine Wasserzarge angebracht. Diese besteht aus einem konisch geformten kupfernen Körper, der am Boden der Trommel befestigt ist und dessen oberer offener Rand bis zur Höhe der Trommel reicht. In diese Zarge tritt das von der Haube kommende Dampfrohr O ein. Die im Dampfe noch vorhandenen Wassertröpfchen werden gegen die Innenwandung der Zarge geschleudert, fließen daran herab und gelangen durch am Boden befindliche, der Peripherie zugekehrte, schlitzförmige Öffnungen in den Syrupmantel. Der in der Zarge entwässerte Dampf strömt durch die obere Öffnung derselben in die Trommel und wird gegen die Zuckermasse geschleudert. Da der Dampf in Berührung mit dem Deckel, durch die daselbst stattfindende Abkühlung, zum Teil verdichtet wird, so sammeln sich hier größere Wassertropfen an, die, wenn sie in die Trommel fallen, schädlich wirken können. Um dies zu verhüten, hat Fesca an der Innenfläche des Deckels einen ganz flachen

Schirm von Kupferblech von solcher Größe, daß sein Rand über den Rand der Trommel bis zum Syrupmantel reicht, angebracht. Die sich hier verdichtenden Wassertropfen fließen, durch Adhäsion gehalten, an der schrägen Schirmwandung herab und fallen in den Syrupmantel.

Von Körting ist ein Nebeldeckapparat konstruiert worden, in welchem fein zerstäubtes Wasser mit Dampf gemischt in die Trommel geleitet wird.

Bei der Anwendung der Dampfnebeldecken schleudert man zunächst den grünen Syrup vollständig ab, läßt dann Dampf in die Haube eintreten und reguliert den Zutritt der Luft und des Dampfes derart, daß ein in der Haube angebrachtes Thermometer möglichst unveränderlich 50° C. zeigt. Man deckt so lange, bis der abfließende Syrup eine dem darzustellenden Produkte angemessene Farbe zeigt. Hierauf sperrt man den Dampf ab, zieht den Deckel samt Haube und Rohr in die Höhe und läßt die Trommel bei freiem Zutritte der Luft noch etwa zehn Minuten lang laufen, wodurch der Zucker vollständig ausgetrocknet wird.

Alle Dampf- und Nebeldecken lösen naturgemäß eine der Menge des verdichteten Dampfes, der Zeitdauer der Berührung und der Größe der Berührungsfläche entsprechende Menge von Zucker und bringen demgemäß Verluste hervor. Aus diesem Grunde verwendet man sie namentlich bei auf grobes Korn gekochten Füllmassen, weil bei diesen die Lagerung der Krystalle genügend locker ist, um den Dampf und Nebel rasch durchdringen zu lassen und weil die gröberen Krystalle im Verhältnisse zu ihrer Masse die geringste Berührungsfläche darbieten.

Der häufig vorgenommenen Kombinierung von Klärsel- und Dampfnebeldecken ist schon oben Erwähnung geschehen.

5. Verwendung von komprimierter Luft.

Anstatt durch Dampf kann man das zum Decken bestimmte Wasser auch durch komprimierte Luft zerstäuben. Man benutzt dabei einen Apparat, ähnlich dem im Haushalte gebräuchlichen Zerstäuber; derselbe ist an Gummischläuchen befestigt, durch welche ihm Wasser und Luft zugeführt werden. Das Decken des Zuckers geschieht in einer gewöhnlichen, offenen Rohzucker-Centrifuge, indem ein Arbeiter den Apparat in die Hand nimmt und einen Strahl von Wasserstaub gegen die Wand der Trommel richtet.

6. Steffen's Auswaschverfahren.

(D. R.-P. Nr. 43484, 50188, 46958, 50752, 51495, 57398.)

Dasselbe besteht darin, daß Rohzucker oder Füllmasse mit gesättigter Zuckerlösung von zunehmender Reinheit so lange ausgewaschen wird, bis vollkommen weißer Zucker entstanden ist; der ablaufende Syrup wird dabei durch Pumpen auf immer unreinere Zuckermassen gebracht und läuft schließlich von Rohzucker oder Füllmasse als Melasse (?) ab. Die Arbeit findet in sogenannten Wannen statt, von denen jede 900 kg Zucker faßt, und die zu Batterien von 24 bis 26 Stück verbunden sind.

Das Verfahren ist also nichts anderes, als eine systematische Auslaugung, wie sie sonst angewandt wird; hier sollen die im Zucker enthaltenen Nichtzuckerstoffe systematisch ausgelaugt werden. Man sollte dabei eine bedeutend höhere Ausbeute erhalten, als nach anderen Methoden, doch ist dieselbe nach O. Mittelstaedt*) nicht so bedeutend, als man erhofft hatte. Der Verbrauch an Deckzucker zur Herstellung der Deckkläre beträgt etwa 25 Proz., während Steffen nur etwa ebensoviel der letzteren angewendet wissen will, als Syrup ausgeschieden wird; auch ist dieser zuletzt ausgeschiedene Syrup durchaus keine Melasse, da er im Durchschnitte noch eine wirkliche Reinheit von 74 bis 75 hat und es nur unter besonders günstigen Verhältnissen gelingt, den Quotienten auf 66 bis 67 herunterzubringen.

Das Verfahren gelingt nur bei Rohzucker mit gleichmäßigem Korn; schlecht verkochter Zucker versagt dabei vollständig, was auch der Grund dafür ist, daß die inländischen Raffinerien beim Einkaufe solchem guten Zucker den Vorzug geben und ihn unter Umständen mit einem wesentlich höheren Grundpreise bezahlen, als Mittel- oder gar geringe Ware. Außer zur Herstellung von Granulated wird dieses Verfahren jetzt vielfach zur Vorreinigung — Affinierung — des Zuckers für die eigentliche Raffination benutzt.

7. Deckverfahren von Drost und Schulz.

Nach dem D. R.-P. 50100 benutzen die Patentinhaber zum Ausdecken des Zuckers gewöhnlichen Rübendicksaft, welcher in einem be-

*) Scheibler's Neue Zeitschrift 1898, S. 217.

sonderen Vakuum bis zu einem spezifischen Gewicht 1,325 verdampft, oder durch Einwerfen von Zucker auf diese Dichte gebracht ist. Nach dem neueren Patente 63079 bedienen sie sich einer aus Rohzucker bereiteten Decke und arbeiten auf folgende Weise:

Rohzucker wird mit Grünsyrup von etwa 70 bis 72 Reinheitsquotient zu einem füllmasseartigen Zuckerbrei eingemaischt, wobei der zum Maischen zu verwendende Grünsyrup durch Zusatz von Wasser auf etwa 1,33 spezifisches Gewicht oder 68 bis 70° Bx. gebracht wird. Hierdurch wird der den Zuckerkrystallen anhaftende Syrup etwas verflüssigt und leichter zum Abschleudern gebracht. Der mit dem Grünsyrup eingemaischte Rohzucker wird nun in die Centrifuge gebracht und mit Beginn des Abschleuderns zwischen Mantel und Trommel etwas Dampf eingelassen, um durch die Erwärmung der Trommel und des Mantels einesteils das Abschleudern des Syrups zu unterstützen, andernteils die innere Mantelwand stets feucht und rein zu erhalten, um so das Ablaufen des daran geschleuderten Syrups zu begünstigen. Durch den Umlauf der Centrifuge wird der ganze Maischsyrup und der größte Teil des am Zucker haftenden, aber verflüssigten Grünsyrups abgeschleudert, so daß in der Centrifuge ein Zucker von mindestens 98° Polarisation verbleibt.

Bei dieser ersten Operation ist also zunächst der ganze Grünsyrup des Rohzuckers, welcher das schlechteste Produkt des zur Reinigung gelangenden Zuckers bildet, nahezu vollständig aus dem Betriebe entfernt und es bildet dieser Syrup, wie sich im weiteren Verlauf der Beschreibung zeigen wird, das erste und einzige Abfallprodukt des Verfahrens, welches auf bekannte Art und Weise weiter verarbeitet, beziehungsweise, wie bereits angeführt, zum Einmaischen von frischem Rohzucker verwendet wird. Nunmehr wird zur eigentlichen Deckarbeit geschritten. Die zum Decken verwendete Deckflüssigkeit ist eine wohl klare, aber mehr oder weniger gelb oder bräunlich gefärbte Rohzuckerlösung, welche behufs besserer Wirkung vor ihrer Verwendung über Sack- oder Kohlefilter filtriert wurde und ein spezifisches Gewicht von 1,325 besitzt.

Mit dieser Deckflüssigkeit, welche einen Reinheitsquotienten von mindestens 95 besitzt, während der zu verdrängende Syrup einen solchen von 72 aufweist, wird nunmehr der in der Centrifuge verbliebene Rohzucker gedeckt, wobei auf 100 kg Zucker etwa 12 bis 14 kg Deck-

flüssigkeit gebraucht werden. Nach dieser Decke ist der Zucker bereits nahezu weiß und hat mindestens eine Polarisation von 99,2 bis 99,8.

Mit dieser Operation des Deckens ist nunmehr der zweite Abschnitt der Arbeit, nämlich des Deckens oder Reinigens mit Deckflüssigkeit, beendet.

Es ist klar, daß zufolge der Konzentration der Deckflüssigkeit keine Lösung von Zuckerkrystallen stattfinden kann, wonach sämtlicher Zucker, ohne jeden Verlust, mit einer Polarisation von 99,2 bis 99,8 gewonnen wird. Nunmehr beginnt die dritte Operation und zwar die Anwendung einer ein bis zwei Minuten dauernden Dampfdecke, welche den Zweck hat, einesteils den in der Centrifuge befindlichen Zucker von 99,2 bis 99,8 in 100prozentigen Zucker, beziehungsweise Konsumware zu verwandeln, andernteils den Zucker zu trocknen.

Durch diese Dampfdecke werden zwar 1 bis 1,5 Proz. reinen Zuckers gelöst. Diese Zuckerlösung wird jedoch dem von der vorausgegangenen Decke abgeschleuderten Decksyrup zugeführt.

Da nun der erste Ablauf von der Decke durch die Syrupteilchen, welche er vorfindet, um etwa 3 Proz. seiner Reinheit verschlechtert, jedoch durch den fast 100prozentigen Nachlauf von der Dampfdecke wieder auf seine ursprüngliche Reinheit gebracht wurde, so ist es klar, daß dieser Ablauf ohne weiteres in das Vakuum eingezogen und mit anderen zum Verkochen gelangenden Flüssigkeiten gleichzeitig wie üblich verarbeitet werden kann.

II. Melis.

Unter Melis versteht man fest untereinander verwachsene Krystallmassen von bestimmter Form, die zwar für Konsumzucker genügend rein, aber doch nicht so absolut frei von Farbe und Geruch sind, wie die Raffinaden. Ein scharf zu ziehender Unterschied zwischen Melis und Raffinade besteht nicht, die feinsten Sorten des aus Saft dargestellten Melis können manchmal besser und von schönerem Aussehen sein, als die durch Lösen und Umarbeiten von Rohzucker erhaltenen Raffinaden.

Melis läßt sich sowohl aus blank, wie aus auf Korn gekochter Füllmasse darstellen, ersteres Verfahren ist jedoch wenig empfehlenswert und wird jetzt, wo das Kochen auf Korn von geschickten Siedemeistern

zu einem so hohen Grade von Vollkommenheit gebracht worden ist, nur noch sehr selten ausgeübt, da das aus blank gekochter Füllmasse gewonnene Produkt, wegen der größeren Menge des dabei verbleibenden Syrups, nie so dicht, fest und schwer hergestellt werden kann, wie der Handel es verlangt.

Beim Kochen verfährt man auf ähnliche Weise wie beim Kryſtallzucker, nur hält man das Korn feiner, weil der Geschmack und die Gewohnheit der Konsumenten, in Deutschland wenigstens, dem feineren Korn den Vorzug giebt. Es ist Aufgabe des Siedemeisters, die Bildung des Korns so zu regeln, daß zwar deutlich ausgebildete Kryſtalle entstehen, daß aber auch die Verwachsung der Kryſtalle unter einander eine möglichst dichte ist. Dieselbe muß gerade noch die Entfernung des Syrups gestatten. Bei einem zu feinen Korne wird das Brot sehr dicht und fest, aber der Syrup ist dann zu schwer zu beseitigen. Es muß daher ein richtiger Mittelweg zwischen zu grobem und zu feinem Korne innegehalten werden.

Auch das ganze Aussehen des fertigen Zuckers wird durch die Art der Kornbildung bedingt. Je größer die Kryſtalle genommen werden, um so glänzender, glitzernder wird der Zucker, während er bei kleinerem Korn das milchweiße, undurchscheinende Ansehen erhält, welches man an der Raffinade liebt. Durch Anwendung der verschiedenen Kunstmaßregeln hat man es in der Hand, beim Kochen ein Produkt von beliebiger Beschaffenheit aus ein und demselben Safte herzustellen, wenn dieser nur den erforderlichen Grad von Reinheit besitzt.

Das mehr oder weniger schöne Aussehen des fertigen Produktes wird ferner sehr von seiner Farbe beeinflußt. Nur bei einem sehr reinen Safte, erhalten durch sehr reichlichen Einwurf, ist es möglich, einen ganz weißen Zucker herzustellen, die meisten Arten des Melis bleiben auch bei sorgfältig ausgeführter Deckarbeit schwach gelblich gefärbt. Um diese Farbe zu verdecken und um dem Melis ein dem Auge gefälligeres Ansehen zu geben, erteilt man ihm häufig absichtlich eine andere Farbe, als ihm von Natur zukommt, indem man vor Beendigung des Kochens eine geringe Menge von mit warmem weißen Syrup verriebenen Ultramarin durch den Lufthahn einfließen läßt. Die Menge der Farbe hat man so zu bemessen, daß das Blau nicht vorherrscht, es soll nur hinreichend sein, um den gelben Schein zu verdecken und einen kaum wahrnehmbaren blauen Schimmer an seine

Stelle treten zu lassen. Die Verwendung des Ultramarins zu diesem Zwecke, nicht aber die von anderen Farbstoffen, ist vom Reichs-Gesundheitsamte gestattet.

1. Behandlung der Melisfüllmasse.

Bei der für die Kornbildung erforderlichen Temperatur des Vakuums enthält der zwischen den Krystallen verbleibende Syrup so wenig Zucker gelöst, daß beim Erkalten nur geringe Mengen daraus krystallisieren, jedenfalls nicht genug, um durch Neubildung von Krystallen den erforderlichen Schluß der Zuckermasse herbeizuführen. Um diesen zu erreichen, erwärmt man die Füllmasse, um so eine bei höherer Temperatur gesättigte Lösung herzustellen, die beim Erkalten eine um so reichlichere Krystallisation giebt. Bei dieser Erwärmung lösen sich vorzugsweise die kleinsten Krystalle, während die größeren wenig angegriffen werden, wodurch das Korn des Zuckers geschont bleibt.

Zu diesem Zwecke läßt man die Füllmasse in eine unter oder neben dem Vakuum stehen[illegible]domaische mit Doppelboden fließen. Um dieselbe durch [illegible] Doppelboden einströmenden Dampf gleichmäßig [illegible]ird sie durch ein sich ganz langsam dreh[illegible]t die Wand des Gefäßes streifen,

Füllmasse hier gebracht wird, [illegible]gabe nur als eine annähernde [illegible]bsichtigten Beschaffenheit des [illegible] um so höher sein, je dichter [illegible] soll, für mehr lockere und [illegible]de geringer. Auch die [illegible] werden. Je reiner die [illegible] steigern, bei schlechterer [illegible]ren mehr Syrup lassen [illegible]t erwärmen.

[illegible] die Krystallisation erfolgt, haben die beka[illegible] der Zuckerhüte. Sie sind aus Eisenblech angefert[illegible]wendig mit einem Ölfarbenanstriche und hartem Kopallack überzogen, teils um sie vor dem Rosten zu schützen, teils um ihnen eine möglichst glatte Oberfläche zu geben, von der die fertige

Zuckermasse sich leicht ablöst. An der nach dem Füllen abwärts gerichteten Spitze des Konus ist ein Röhrchen angebracht, durch welches der Syrup abläuft. Der Verschluß dieses Röhrchens erfolgt durch einen Stöpsel von hartem Holze mit übergreifendem Rande und einen zwischen die Tülle und den Rand des Stöpsels gelegten Kautschukring.

Eine Befestigung des Stöpsels ist nicht erforderlich, da das Gewicht der Form auf dem Kautschukringe lastet und so dichten Schluß gewährt.

Die Größe der Form ist sehr verschieden, sie muß sich nach der Gewohnheit der Konsumenten richten, die in den einzelnen Ländern und Gegenden ungemein abweichend ist.

Die Formen werden in der geheizten Füllstube in langen Reihen, mit ihren Spitzen abwärts gerichtet, aufgestellt. In passender Höhe angebrachte eiserne Gitter dienen dabei zu ihrem Halt. Vor dem Einfüllen der Masse werden sie, ebenso wie die Kasten bei der Rohzuckerarbeit (S. 495), inwendig mit einem nassen Schwamme ausgewischt, um das Anhaften der Krystalle zu verhüten.

In kleineren Fabriken, wo die Füllstube nicht allzu große Dimensionen hat, wird zum Füllen der Formen eine Portion der Füllmasse aus dem Anwärmer, mittelst eines kupfernen Schöpfers, in ein mit schnabelförmigem Ausgusse versehenes, kupfernes Füllbecken gebracht, welches von dem Arbeiter zu den Formen getragen und in diese entleert wird. Es ist dies eine äußerst mühevolle, anstrengende Arbeit und um so mehr, da sie in der hohen Wärme der stark geheizten Füllstube verrichtet werden muß.

Zur Erleichterung dieser Arbeit hat man in den größeren Fabriken, namentlich in Raffinerien, *mechanische* Füllvorrichtungen verschiedener Art, von denen die *Herbst*'sche am meisten gerühmt wird, angebracht.

Bei dieser ist an den beiden Längenseiten der Füllstube, etwas vertieft in dem Boden, je ein Schienengleis angebracht, auf welchem auf ganz kleinen Rädern ein flacher Wagen, die *Schiebebühne*, läuft. Die Höhe desselben und die Versenkung der beiden Schienengeleise sind so bemessen, daß die obere Kante der Schiebebühne gerade mit dem Fußboden der Füllstube abschneidet. Im rechten Winkel gegen die beiden ersten Schienengeleise sind so viel Gleise nebeneinander gelegt, als es der Raum der Füllstube zuläßt. Die Schiebebühne trägt ebenfalls ein Gleis von gleicher Spurweite wie die Quergleise

und auf diesem ruht ein mit Formen besetzter Wagen, der auf der Schiebebühne leicht transportiert und dann beliebig auf jedes der Quergleise geschoben werden kann.

Vom Boden der Anwärmemaische geht, quer über das eine der Hauptgleise, ein weites Rohr von hinreichender Länge, um den mit Formen gefüllten Wagen auf der Schiebebühne bequem darunter schieben zu können. An der unteren Seite dieses Rohres sind sechs, durch Schieber absperrbare Rohrstutzen angegossen. Die Abstände der Centren dieser Stutzen entsprechen den gegenseitigen Entfernungen der Mittelpunkte einer Reihe von sechs Formen, welche, immer zu je sechs nebeneinander auf dem Wagen stehend, unter die Stutzen geschoben werden.

Ist die Füllmasse zum Einlassen in die Formen bereit, so wird der mit 48 leeren Formen besetzte Wagen, von denen je sechs in acht Reihen aufgestellt sind, mit der Schiebebühne so unter das Rohr gebracht, daß die sechs Rohrstutzen sich über den sechs Formen der ersten Reihe befinden. Durch Öffnen der die Stutzen verschließenden Schieber läßt man die Formen sich füllen, schließt die Schieber und bewegt die Schiebebühne vorwärts, bis die nächste Reihe der Formen unter die Rohrstutzen kommt.

Auf gleiche Weise werden alle acht Reihen des Wagens gefüllt, worauf dieser mit der Schiebebühne bis zu dem Quergleis gebracht wird, auf welchem er seinen Platz finden soll. Hier verläßt er die Schiebebühne, auf welche von einem anderen Quergleis ein mit leeren Formen besetzter Wagen gebracht wird, der dann zur Füllung kommt.

Das zweite, an der anderen Längsseite der Füllstube liegende Hauptgleis dient dazu, um nach beendigter Krystallisation die mit Formen besetzten Wagen, mittels einer zweiten Schiebebühne, zu einem Elevator zu schaffen, von welchem sie auf den Boden transportiert werden.

Diese Einrichtung besitzt im Vergleiche zu dem älteren Verfahren außerordentlich große Vorzüge. Ist sie in der ersten Anlage auch kostspielig, so wird sie sich doch reichlich verzinsen durch ersparte Arbeitslöhne und vermiedene Zuckerverluste, die bei dem Herumtragen der Füllbecken und beim Eingießen in die Formen eine nicht zu übersehende Größe erreichen können.

Die Temperatur der Füllstube muß hier, wo es sich um eine möglichst gleichförmige Bildung der Krystalle handelt, eine ziemlich hohe und durchaus gleichförmige sein. Sie sollte immer annähernd

40° C. betragen. Namentlich sind Strömungen von kalter Luft zu verhindern, da diese an den Stellen, wo sie die gefüllten Formen treffen, eine beschleunigte Krystallisation veranlassen, während an der anderen warm gehaltenen Seite der Form die Krystallisation langsamer verläuft, wodurch ein an der einen Seite dichtes, an der anderen Seite lockeres Brot erfolgt.

Die Krystallisation beginnt an den der Abkühlung am meisten ausgesetzten Stellen der Form, zunächst an der nach oben gerichteten Basis und dann in der Spitze. Durch die nach oben ungehinderte Ausstrahlung der Wärme entsteht hier nach kurzer Zeit eine zusammenhängende Krystallkruste, deren weitere Bildung man aber durch leises Rühren mit einem flach eingetauchten Spatel stört, sobald sie eine gewisse Dicke erreicht hat. Geschähe dies nicht, so würden hier größere Krystalle entstehen, die den zwischen ihnen befindlichen Syrup verdrängen, schließlich würde dann an der, während der Krystallisation nach oben gerichteten, Basis des fertigen Brotes ein leerer Raum sich befinden. Durch das Umrühren wird der Zusammenhang der einzelnen Krystalle an der Decke gestört, andere neue wachsen dazwischen und verkitten so das Ganze.

Nach etwa zwölf bis vierundzwanzig Stunden ist die Krystallisation beendet, worauf die Formen auf den Zuckerboden kommen, um hier weiter bearbeitet zu werden.

2. Die Arbeit des Zuckerbodens bei der Melisfabrikation nach der älteren Methode.

Die Arbeitsmethode auf dem Zuckerboden bei der Melisfabrikation ähnelt in vieler Beziehung der früher bei der Fabrikation des Rohzuckers (Abtropfen der Formen) üblich gewesenen, nur kommt hier noch das Decken hinzu, welches erforderlich ist, um den dem Zucker anhängenden Syrup zu entfernen.

Die von den Stöpseln befreiten Formen werden in hölzernen oder eisernen Gestellen frei schwebend, mit ihrer Spitze abwärts gerichtet, aufgehängt. Unter einer Reihe von Formen läuft eine geneigte Rinne zum Auffangen des Syrups entlang, oder es befindet sich unter denselben, mehreren Reihen gemeinsam, eine mit Zinkblech belegte schiefe Ebene, deren untere Kante über einer Rinne befindlich ist. In diesen

Gestellen läßt man die Formen auf dem stark geheizten Boden so lange stehen, bis der grüne Syrup vollständig abgetropft ist.

Mittelst einer Maschine, die der Drehbank der Drechsler nachgebildet ist, und aus einem rasch um seine Achse rotierenden Messersystem besteht, wird nun der Boden des Brotes geebnet. Das dabei abfallende Zuckerpulver wird in die Form zurückgebracht, auf dem ebenen Boden des Brotes gleichmäßig ausgebreitet und mittelst eines hölzernen Stampfers festgedrückt. Diese Schicht von pulverigem Zucker dient teils dazu, die Deckkläre mit Zucker zu sättigen, teils aber auch ihren gleichmäßigen Durchgang durch das Brot zu vermitteln.

Die Verwendung der Deckkläre erfolgt auf ganz gleiche Weise wie in der Centrifuge. Man benutzt zunächst eine solche, welche schon dazu gedient hat, reinere Produkte zu decken; in dem Maße wie der unreine Syrup abgeflossen ist, nimmt man bessere Kläre, bis zuletzt eine Kläre angewandt wird, welche denselben Reinheitsgrad und dieselbe Färbung wie das darzustellende Produkt hat.

Durch regelmäßiges Nachgießen sorgt man dafür, daß die Oberfläche des Zuckers immer von der Kläre bedeckt bleibe, weil sonst ein Austrocknen, auch wohl eine Krystallbildung, in der oberen festgestampften Schicht eintreten könnte, wodurch der Durchgang der Flüssigkeit erschwert werden würde. Tritt dieses dennoch ein, so hat man mit einem Schabeisen eine Lockerung vorzunehmen. Um des Nachgießens überhoben zu sein, wendet man selbstthätige Deckvorrichtungen an, mit Klärsel gefüllte blecherne Sturzflaschen, von ganz gleicher Einrichtung, wie man sie früher bei den Öllampen hatte. Diese lassen erst einen geringen Teil ihres Inhaltes, aus dem nach abwärts auf die Basis des Zuckerbrotes gerichteten Hals, ausfließen, wenn das Niveau der über dem Zucker stehenden Deckflüssigkeit tiefer als die Mündung des Halses liegt. In dem Moment, wo das Niveau wieder bis an den Hals der Sturzflasche reicht, hört jeder weitere Abfluß auf.

So wird allmählich der anhängenden Syrup durch die nachfließende Deckkläre verdrängt. Es dauert dies kürzere oder längere Zeit, je nach der Reinheit der Füllmassen, je nach der Schönheit des Aussehens, welche man dem Produkte zu geben beabsichtigt, je nach dem größeren oder geringeren Schlusse, welchen die Krystallisation erlangt hat. Die Beschaffenheit des abfließenden Syrups ist dabei der sicherste Maßstab dafür, ob man weitere Decken zu geben hat, oder die Arbeit

unterbrechen kann. Zuletzt nimmt man ein Brot aus der Form und überzeugt sich durch den Augenschein von seiner Beschaffenheit. Ist es genügend entfärbt, so hört man auf, zeigen sich aber dunkle Stellen, so fährt man fort zu decken.

Endlich, nachdem die letzte Kläre abgeflossen ist, erhält man ein Brot, welches von Klärsel durchdrungen ist, welches, durch Adhäsion und Kapillarwirkung, an den Krystallflächen noch eine Menge von Flüssigkeit zurückhält. Diese beseitigt man, indem man unter Druck Luft durch die Brote treibt, die dann alle Flüssigkeit, welche zwischen den Krystallen noch befindlich ist, herauspreßt. Es dient dazu der Nutschapparat.

Der Nutschapparat besteht aus einem auf dem Fußboden des Zuckerbodens liegenden Röhrensystem, auf welchem kleine inwendig mit Kautschuk ausgefütterte Trichter in solchen Abständen von einander angebracht sind, daß in jeden einzelnen Trichter eine Form, mit ihrer Spitze abwärts gerichtet, eingesetzt werden kann. Die Trichter umhüllen die Tülle und die Spitze der Form dicht, durch das auf der Kautschukfütterung lastende Gewicht der Form wird ein vollkommen luftdichter Schluß hergestellt. Am Ende des Röhrensystems ist ein eiserner Behälter luftdicht mit demselben verbunden und dieser steht mit einer Luftpumpe in Verbindung.

Nachdem alle Trichter mit Formen besetzt sind, bringt man die Luftpumpe in Thätigkeit und erzeugt so in dem eisernen Behälter und in dem Röhrensysteme einen luftverdünnten Raum. Es lastet dann der ganze Druck der Atmosphäre auf der Basis der Brote, während auf der anderen Seite kein Gegendruck herrscht. Infolgedessen dringt die Luft in die Zwischenräume der Krystalle ein, drängt die daselbst festgehaltene Flüssigkeit vor sich her und befördert sie durch das Röhrensystem in den luftleeren Behälter, dessen Luftleere durch fortdauernde Thätigkeit der Pumpe erhalten bleibt.

Die Menge des hier angesammelten Syrups erkennt man an einem an der Seite angebrachten Flüssigkeitsstandzeiger. Sollte der Behälter sich zu weit füllen, so läßt man die Luftpumpe stillstehen, öffnet einen Lufthahn und entleert den Behälter durch einen am Boden befindlichen Hahn. Besser ist es, wenn die Abmessungen des Behälters so gewählt werden, daß derselbe geräumig genug ist, um die Gesamtmenge der von einem Satze Formen abfließenden Decke aufnehmen zu können.

Nach dem Nutschen bleibt immer noch ein gewisser Rest von Flüssigkeit im Brote zurück, der sich nicht mehr entfernen läßt. Er findet sich vorzugsweise in der Spitze angesammelt. Würde man das Brot in diesem Zustande austrocknen, so würde die Spitze mehr gefärbt erscheinen als der Rest, man hat daher dafür zu sorgen, daß dieser Anteil durch die ganze Masse des Brotes verteilt werde. Zu diesem Behufe werden die Formen mit ihrer nun zum erstenmal nach unten gekehrten Grundfläche auf niedere Tische gestellt und ein paarmal leise mit ihrem Rande auf die Tischplatte gestoßen, wodurch das Brot sich von den Wandungen ablöst, gelöscht wird und auf dem Tische steht. So verbleiben die Brote, mit ihren Formen bedeckt, einen oder zwei Tage, jedenfalls so lange, bis sie beim Abheben der Formen in ihrer ganzen Masse äußerlich ein gleichförmiges Ansehen zeigen, ein Beweis, daß der Syrup sich von der Spitze verzogen hat. Würde man während dieser Zeit die Brote unbedeckt stehen lassen, so würden sie äußerlich zu trocknen beginnen, der in der Spitze befindliche Syrup würde sich dabei nach dem äußeren Teile der Oberfläche hinziehen und dadurch dem Brote ein unschönes Ansehen erteilen.

3. Die Arbeit mit der Brotcentrifuge.

Die Herstellung von Broten nach dem soeben beschriebenen Verfahren hat manche Übelstände, sie erfordert viel Zeit, viel Raum, viel Arbeit und viel Heizung, alles Dinge, mit denen man unter den heutigen Produktionsverhältnissen sehr sparsam sein muß. Eine Brot-Centrifuge, welche sich bewährt hat, ist von A. Fesca konstruiert und in Fig. 215 abgebildet. Aus dieser Abbildung ist ersichtlich, daß sie, gleich den gewöhnlichen Fesca'schen Centrifugen mit dem Betrieb von unten und einem in Kautschukpuffern elastisch beweglichen Kopflager konstruiert und mit einem Gleichgewichts-Regulator versehen ist.*)

Die Brothalter b-b^1 bilden die Sitze für die zu schleudernden Brote. Dieselben nehmen in der Lauftrommel eine radiale Stellung ein und sind daselbst in zwei übereinanderliegenden, horizontalen, je ein reguläres Achteck bildenden Kränzen derart angeordnet, daß jeder

*) Im wesentlichen entnommen dem „Organ des Central-Vereins für Rübenzucker-Industrie in der Österr.-Ungar. Monarchie XXII, Dezember-Heft."

zu einem so hohen Grade von Vollkommenheit gebracht worden ist, nur noch sehr selten ausgeübt, da das aus blank gekochter Füllmasse gewonnene Produkt, wegen der größeren Menge des dabei verbleibenden Syrups, nie so dicht, fest und schwer hergestellt werden kann, wie der Handel es verlangt.

Beim Kochen verfährt man auf ähnliche Weise wie beim Kryſtallzucker, nur hält man das Korn feiner, weil der Geschmack und die Gewohnheit der Konsumenten, in Deutschland wenigstens, dem feineren Korn den Vorzug giebt. Es ist Aufgabe des Siedemeisters, die Bildung des Korns so zu regeln, daß zwar deutlich ausgebildete Kryſtalle entstehen, daß aber auch die Verwachsung der Kryſtalle unter einander eine möglichst dichte ist. Dieselbe muß gerade noch die Entfernung des Syrups gestatten. Bei einem zu feinen Korne wird das Brot sehr dicht und fest, aber der Syrup ist dann zu schwer zu beseitigen. Es muß daher ein richtiger Mittelweg zwischen zu grobem und zu feinem Korne innegehalten werden.

Auch das ganze Aussehen des fertigen Zuckers wird durch die Art der Kornbildung bedingt. Je größer die Kryſtalle genommen werden, um so glänzender, glitzernder wird der Zucker, während er bei kleinerem Korn das milchweiße, undurchscheinende Ansehen erhält, welches man an der Raffinade liebt. Durch Anwendung der verschiedenen Kunstmaßregeln hat man es in der Hand, beim Kochen ein Produkt von beliebiger Beschaffenheit aus ein und demselben Safte herzustellen, wenn dieser nur den erforderlichen Grad von Reinheit besitzt.

Das mehr oder weniger schöne Aussehen des fertigen Produktes wird ferner sehr von seiner Farbe beeinflußt. Nur bei einem sehr reinen Safte, erhalten durch sehr reichlichen Einwurf, ist es möglich, einen ganz weißen Zucker herzustellen, die meisten Arten des Melis bleiben auch bei sorgfältig ausgeführter Deckarbeit schwach gelblich gefärbt. Um diese Farbe zu verdecken und um dem Melis ein dem Auge gefälligeres Ansehen zu geben, erteilt man ihm häufig absichtlich eine andere Farbe, als ihm von Natur zukommt, indem man vor Beendigung des Kochens eine geringe Menge von mit warmem weißen Syrup verriebenen Ultramarin durch den Lufthahn einfließen läßt. Die Menge der Farbe hat man so zu bemessen, daß das Blau nicht vorherrscht, es soll nur hinreichend sein, um den gelben Schein zu verdecken und einen kaum wahrnehmbaren blauen Schimmer an seine

Stelle treten zu lassen. Die Verwendung des Ultramarins zu diesem Zwecke, nicht aber die von anderen Farbstoffen, ist vom Reichs-Gesundheitsamte gestattet.

1. Behandlung der Melisfüllmasse.

Bei der für die Kornbildung erforderlichen Temperatur des Vakuums enthält der zwischen den Krystallen verbleibende Syrup so wenig Zucker gelöst, daß beim Erkalten nur geringe Mengen daraus krystallisieren, jedenfalls nicht genug, um durch Neubildung von Krystallen den erforderlichen Schluß der Zuckermasse herbeizuführen. Um diesen zu erreichen, erwärmt man die Füllmasse, um so eine bei höherer Temperatur gesättigte Lösung herzustellen, die beim Erkalten eine um so reichlichere Krystallisation giebt. Bei dieser Erwärmung lösen sich vorzugsweise die kleinsten Krystalle, während die größeren wenig angegriffen werden, wodurch das Korn des Zuckers geschont bleibt.

Zu diesem Zwecke läßt man die Füllmasse in eine unter oder neben dem Vakuum stehende Submaische mit Doppelboden fließen. Um dieselbe durch den in den Doppelboden einströmenden Dampf gleichmäßig erwärmen zu können, wird sie durch ein sich ganz langsam drehendes Rührwerk, dessen Flügel fast die Wand des Gefäßes streifen, in fortwährender Bewegung gehalten.

Die Temperatur, auf welche die Füllmasse hier gebracht wird, beträgt etwa 88° C., jedoch kann diese Angabe nur als eine annähernde betrachtet werden, da sie nach der beabsichtigten Beschaffenheit des Produktes geregelt werden muß. Sie muß um so höher sein, je dichter und geschlossener die Krystallisation ausfallen soll, für mehr lockere und poröse Ware nimmt man sie um einige Grade geringer. Auch die Qualität der Füllmasse muß hier berücksichtigt werden. Je reiner die Füllmasse, um so höher kann man die Temperatur steigern, bei schlechterer Füllmasse, in der man nach dem Krystallisieren mehr Syrup lassen muß, darf man die Masse weniger stark erwärmen.

Die Formen, in welchen die Krystallisation erfolgt, haben die bekannte konische Gestalt der Zuckerhüte. Sie sind aus Eisenblech angefertigt und inwendig mit einem Ölfarbenanstriche und hartem Kopallack überzogen, teils um sie vor dem Rosten zu schützen, teils um ihnen eine möglichst glatte Oberfläche zu geben, von der die fertige

Zuckermasse sich leicht ablöst. An der nach dem Füllen abwärts gerichteten Spitze des Konus ist ein Röhrchen angebracht, durch welches der Syrup abläuft. Der Verschluß dieses Röhrchens erfolgt durch einen Stöpsel von hartem Holze mit übergreifendem Rande und einen zwischen die Tülle und den Rand des Stöpsels gelegten Kautschukring.

Eine Befestigung des Stöpsels ist nicht erforderlich, da das Gewicht der Form auf dem Kautschukringe lastet und so dichten Schluß gewährt.

Die Größe der Form ist sehr verschieden, sie muß sich nach der Gewohnheit der Konsumenten richten, die in den einzelnen Ländern und Gegenden ungemein abweichend ist.

Die Formen werden in der geheizten Füllstube in langen Reihen, mit ihren Spitzen abwärts gerichtet, aufgestellt. In passender Höhe angebrachte eiserne Gitter dienen dabei zu ihrem Halt. Vor dem Einfüllen der Masse werden sie, ebenso wie die Kasten bei der Rohzuckerarbeit (S. 495), inwendig mit einem nassen Schwamme ausgewischt, um das Anhaften der Krystalle zu verhüten.

In kleineren Fabriken, wo die Füllstube nicht allzu große Dimensionen hat, wird zum Füllen der Formen eine Portion der Füllmasse aus dem Anwärmer, mittelst eines kupfernen Schöpfers, in ein mit schnabelförmigem Ausgusse versehenes, kupfernes Füllbecken gebracht, welches von dem Arbeiter zu den Formen getragen und in diese entleert wird. Es ist dies eine äußerst mühevolle, anstrengende Arbeit und um so mehr, da sie in der hohen Wärme der stark geheizten Füllstube verrichtet werden muß.

Zur Erleichterung dieser Arbeit hat man in den größeren Fabriken, namentlich in Raffinerien, *mechanische* Füllvorrichtungen verschiedener Art, von denen die *Herbst*'sche am meisten gerühmt wird, angebracht.

Bei dieser ist an den beiden Längenseiten der Füllstube, etwas vertieft in dem Boden, je ein Schienengleis angebracht, auf welchem auf ganz kleinen Rädern ein flacher Wagen, die *Schiebebühne*, läuft. Die Höhe desselben und die Versenkung der beiden Schienengeleise sind so bemessen, daß die obere Kante der Schiebebühne gerade mit dem Fußboden der Füllstube abschneidet. Im rechten Winkel gegen die beiden ersten Schienengeleise sind so viel Gleise nebeneinander gelegt, als es der Raum der Füllstube zuläßt. Die Schiebebühne trägt ebenfalls ein Gleis von gleicher Spurweite wie die Quergleise

und auf diesem ruht ein mit Formen besetzter Wagen, der auf der Schiebebühne leicht transportiert und dann beliebig auf jedes der Quergleise geschoben werden kann.

Vom Boden der Anwärmemaische geht, quer über das eine der Hauptgleise, ein weites Rohr von hinreichender Länge, um den mit Formen gefüllten Wagen auf der Schiebebühne bequem darunter schieben zu können. An der unteren Seite dieses Rohres sind sechs, durch Schieber absperrbare Rohrstutzen angegossen. Die Abstände der Centren dieser Stutzen entsprechen den gegenseitigen Entfernungen der Mittelpunkte einer Reihe von sechs Formen, welche, immer zu je sechs nebeneinander auf dem Wagen stehend, unter die Stutzen geschoben werden.

Ist die Füllmasse zum Einlassen in die Formen bereit, so wird der mit 48 leeren Formen besetzte Wagen, von denen je sechs in acht Reihen aufgestellt sind, mit der Schiebebühne so unter das Rohr gebracht, daß die sechs Rohrstutzen sich über den sechs Formen der ersten Reihe befinden. Durch Öffnen der die Stutzen verschließenden Schieber läßt man die Formen sich füllen, schließt die Schieber und bewegt die Schiebebühne vorwärts, bis die nächste Reihe der Formen unter die Rohrstutzen kommt.

Auf gleiche Weise werden alle acht Reihen des Wagens gefüllt, worauf dieser mit der Schiebebühne bis zu dem Quergleis gebracht wird, auf welchem er seinen Platz finden soll. Hier verläßt er die Schiebebühne, auf welche von einem anderen Quergleis ein mit leeren Formen besetzter Wagen gebracht wird, der dann zur Füllung kommt.

Das zweite, an der anderen Längsseite der Füllstube liegende Hauptgleis dient dazu, um nach beendigter Kryſtallisation die mit Formen besetzten Wagen, mittels einer zweiten Schiebebühne, zu einem Elevator zu schaffen, von welchem sie auf den Boden transportiert werden.

Diese Einrichtung besitzt im Vergleiche zu dem älteren Verfahren außerordentlich große Vorzüge. Ist sie in der ersten Anlage auch kostspielig, so wird sie sich doch reichlich verzinsen durch ersparte Arbeitslöhne und vermiedene Zuckerverluste, die bei dem Herumtragen der Füllbecken und beim Eingießen in die Formen eine nicht zu übersehende Größe erreichen können.

Die Temperatur der Füllstube muß hier, wo es sich um eine möglichst gleichförmige Bildung der Kryſtalle handelt, eine ziemlich hohe und durchaus gleichförmige sein. Sie sollte immer annähernd

40° C. betragen. Namentlich sind Strömungen von kalter Luft zu verhindern, da diese an den Stellen, wo sie die gefüllten Formen treffen, eine beschleunigte Kryställisation veranlassen, während an der anderen warm gehaltenen Seite der Form die Kryställisation langsamer verläuft, wodurch ein an der einen Seite dichtes, an der anderen Seite lockeres Brot erfolgt.

Die Kryställisation beginnt an den der Abkühlung am meisten ausgesetzten Stellen der Form, zunächst an der nach oben gerichteten Basis und dann in der Spitze. Durch die nach oben ungehinderte Ausstrahlung der Wärme entsteht hier nach kurzer Zeit eine zusammenhängende Kryställkruste, deren weitere Bildung man aber durch leises Rühren mit einem flach eingetauchten Spatel stört, sobald sie eine gewisse Dicke erreicht hat. Geschähe dies nicht, so würden hier größere Kryställe entstehen, die den zwischen ihnen befindlichen Syrup verdrängen, schließlich würde dann an der, während der Kryställisation nach oben gerichteten, Basis des fertigen Brotes ein leerer Raum sich befinden. Durch das Umrühren wird der Zusammenhang der einzelnen Kryställe an der Decke gestört, andere neue wachsen dazwischen und verkitten so das Ganze.

Nach etwa zwölf bis vierundzwanzig Stunden ist die Kryställisation beendet, worauf die Formen auf den Zuckerboden kommen, um hier weiter bearbeitet zu werden.

2. Die Arbeit des Zuckerbodens bei der Melisfabrikation nach der älteren Methode.

Die Arbeitsmethode auf dem Zuckerboden bei der Melisfabrikation ähnelt in vieler Beziehung der früher bei der Fabrikation des Rohzuckers (Abtropfen der Formen) üblich gewesenen, nur kommt hier noch das Decken hinzu, welches erforderlich ist, um den dem Zucker anhängenden Syrup zu entfernen.

Die von den Stöpseln befreiten Formen werden in hölzernen oder eisernen Gestellen frei schwebend, mit ihrer Spitze abwärts gerichtet, aufgehängt. Unter einer Reihe von Formen läuft eine geneigte Rinne zum Auffangen des Syrups entlang, oder es befindet sich unter denselben, mehreren Reihen gemeinsam, eine mit Zinkblech belegte schiefe Ebene, deren untere Kante über einer Rinne befindlich ist. In diesen

Gestellen läßt man die Formen auf dem stark geheizten Boden so lange stehen, bis der grüne Syrup vollständig abgetropft ist.

Mittelst einer Maschine, die der Drehbank der Drechsler nachgebildet ist, und aus einem rasch um seine Achse rotierenden Messersystem besteht, wird nun der Boden des Brotes geebnet. Das dabei abfallende Zuckerpulver wird in die Form zurückgebracht, auf dem ebenen Boden des Brotes gleichmäßig ausgebreitet und mittelst eines hölzernen Stampfers festgedrückt. Diese Schicht von pulverigem Zucker dient teils dazu, die Deckkläre mit Zucker zu sättigen, teils aber auch ihren gleichmäßigen Durchgang durch das Brot zu vermitteln.

Die Verwendung der Deckkläre erfolgt auf ganz gleiche Weise wie in der Centrifuge. Man benutzt zunächst eine solche, welche schon dazu gedient hat, reinere Produkte zu decken; in dem Maße wie der unreine Syrup abgeflossen ist, nimmt man bessere Kläre, bis zuletzt eine Kläre angewandt wird, welche denselben Reinheitsgrad und dieselbe Färbung wie das darzustellende Produkt hat.

Durch regelmäßiges Nachgießen sorgt man dafür, daß die Oberfläche des Zuckers immer von der Kläre bedeckt bleibe, weil sonst ein Austrocknen, auch wohl eine Kryſtallbildung, in der oberen festgestampften Schicht eintreten könnte, wodurch der Durchgang der Flüssigkeit erschwert werden würde. Tritt dieses dennoch ein, so hat man mit einem Schabeisen eine Lockerung vorzunehmen. Um des Nachgießens überhoben zu sein, wendet man selbstthätige Deckvorrichtungen an, mit Klärsel gefüllte blecherne Sturzflaschen, von ganz gleicher Einrichtung, wie man sie früher bei den Öllampen hatte. Diese lassen erst einen geringen Teil ihres Inhaltes, aus dem nach abwärts auf die Basis des Zuckerbrotes gerichteten Hals, ausfließen, wenn das Niveau der über dem Zucker stehenden Deckflüssigkeit tiefer als die Mündung des Halses liegt. In dem Moment, wo das Niveau wieder bis an den Hals der Sturzflasche reicht, hört jeder weitere Abfluß auf.

So wird allmählich der anhängenden Syrup durch die nachfließende Deckkläre verdrängt. Es dauert dies kürzere oder längere Zeit, je nach der Reinheit der Füllmassen, je nach der Schönheit des Aussehens, welche man dem Produkte zu geben beabsichtigt, je nach dem größeren oder geringeren Schlusse, welchen die Kryſtallisation erlangt hat. Die Beschaffenheit des abfließenden Syrups ist dabei der sicherste Maßstab dafür, ob man weitere Decken zu geben hat, oder die Arbeit

unterbrechen kann. Zuletzt nimmt man ein Brot aus der Form und überzeugt sich durch den Augenschein von seiner Beschaffenheit. Ist es genügend entfärbt, so hört man auf, zeigen sich aber dunkle Stellen, so fährt man fort zu decken.

Endlich, nachdem die letzte Kläre abgeflossen ist, erhält man ein Brot, welches von Klärsel durchdrungen ist, welches, durch Adhäsion und Kapillarwirkung, an den Krystallflächen noch eine Menge von Flüssigkeit zurückhält. Diese beseitigt man, indem man unter Druck Luft durch die Brote treibt, die dann alle Flüssigkeit, welche zwischen den Krystallen noch befindlich ist, herauspreßt. Es dient dazu der Nutschapparat.

Der Nutschapparat besteht aus einem auf dem Fußboden des Zuckerbodens liegenden Röhrensystem, auf welchem kleine inwendig mit Kautschuk ausgefütterte Trichter in solchen Abständen von einander angebracht sind, daß in jeden einzelnen Trichter eine Form, mit ihrer Spitze abwärts gerichtet, eingesetzt werden kann. Die Trichter umhüllen die Tülle und die Spitze der Form dicht, durch das auf der Kautschukfütterung lastende Gewicht der Form wird ein vollkommen luftdichter Schluß hergestellt. Am Ende des Röhrensystems ist ein eiserner Behälter luftdicht mit demselben verbunden und dieser steht mit einer Luftpumpe in Verbindung.

Nachdem alle Trichter mit Formen besetzt sind, bringt man die Luftpumpe in Thätigkeit und erzeugt so in dem eisernen Behälter und in dem Röhrensysteme einen luftverdünnten Raum. Es lastet dann der ganze Druck der Atmosphäre auf der Basis der Brote, während auf der anderen Seite kein Gegendruck herrscht. Infolgedessen dringt die Luft in die Zwischenräume der Krystalle ein, drängt die daselbst festgehaltene Flüssigkeit vor sich her und befördert sie durch das Röhrensystem in den luftleeren Behälter, dessen Luftleere durch fortdauernde Thätigkeit der Pumpe erhalten bleibt.

Die Menge des hier angesammelten Syrups erkennt man an einem an der Seite angebrachten Flüssigkeitsstandzeiger. Sollte der Behälter sich zu weit füllen, so läßt man die Luftpumpe stillstehen, öffnet einen Lufthahn und entleert den Behälter durch einen am Boden befindlichen Hahn. Besser ist es, wenn die Abmessungen des Behälters so gewählt werden, daß derselbe geräumig genug ist, um die Gesamtmenge der von einem Satze Formen abfließenden Decke aufnehmen zu können.

Nach dem Nutschen bleibt immer noch ein gewisser Rest von Flüssigkeit im Brote zurück, der sich nicht mehr entfernen läßt. Er findet sich vorzugsweise in der Spitze angesammelt. Würde man das Brot in diesem Zustande austrocknen, so würde die Spitze mehr gefärbt erscheinen als der Rest, man hat daher dafür zu sorgen, daß dieser Anteil durch die ganze Masse des Brotes verteilt werde. Zu diesem Behufe werden die Formen mit ihrer nun zum erstenmal nach unten gekehrten Grundfläche auf niedere Tische gestellt und ein paarmal leise mit ihrem Rande auf die Tischplatte gestoßen, wodurch das Brot sich von den Wandungen ablöst, gelöscht wird und auf dem Tische steht. So verbleiben die Brote, mit ihren Formen bedeckt, einen oder zwei Tage, jedenfalls so lange, bis sie beim Abheben der Formen in ihrer ganzen Masse äußerlich ein gleichförmiges Ansehen zeigen, ein Beweis, daß der Syrup sich von der Spitze verzogen hat. Würde man während dieser Zeit die Brote unbedeckt stehen lassen, so würden sie äußerlich zu trocknen beginnen, der in der Spitze befindliche Syrup würde sich dabei nach dem äußeren Teile der Oberfläche hinziehen und dadurch dem Brote ein unschönes Ansehen erteilen.

3. Die Arbeit mit der Brotcentrifuge.

Die Herstellung von Broten nach dem soeben beschriebenen Verfahren hat manche Übelstände, sie erfordert viel Zeit, viel Raum, viel Arbeit und viel Heizung, alles Dinge, mit denen man unter den heutigen Produktionsverhältnissen sehr sparsam sein muß. Eine Brot-Centrifuge, welche sich bewährt hat, ist von A. Fesca konstruiert und in Fig. 215 abgebildet. Aus dieser Abbildung ist ersichtlich, daß sie, gleich den gewöhnlichen Fesca'schen Centrifugen mit dem Betrieb von unten und einem in Kautschukpuffern elastisch beweglichen Kopflager konstruiert und mit einem Gleichgewichts-Regulator versehen ist.*)

Die Brothalter b-b^1 bilden die Sitze für die zu schleudernden Brote. Dieselben nehmen in der Lauftrommel eine radiale Stellung ein und sind daselbst in zwei übereinanderliegenden, horizontalen, je ein reguläres Achteck bildenden Kränzen derart angeordnet, daß jeder

*) Im wesentlichen entnommen dem „Organ des Central-Vereins für Rübenzucker-Industrie in der Österr.-Ungar. Monarchie XXII, Dezember-Heft."

Brothalter des oberen Kranzes in der Mitte von je zwei Brothaltern des unteren Kranzes liegt. Die Projektion der 16 Brothalter bildet sonach ein reguläres Sechzehneck.

Jeder Brothalter besteht aus einem eisernen, konischen, dem konischen Teile der Zuckerformen sich anschließenden Mantel *b* und einem durchbohrten eisernen Mundstücke b^1, welches sich der Formenspitze genau anschließt und den Stützpunkt für dieselbe gegen den centrifugalen Druck der Brote auf den Trommelmantel bildet.

Diese Brothalter gestatten ein schnelles und sicheres Einsetzen der Brote in die Trommel und sichern durch ihre Stellung eine möglichst

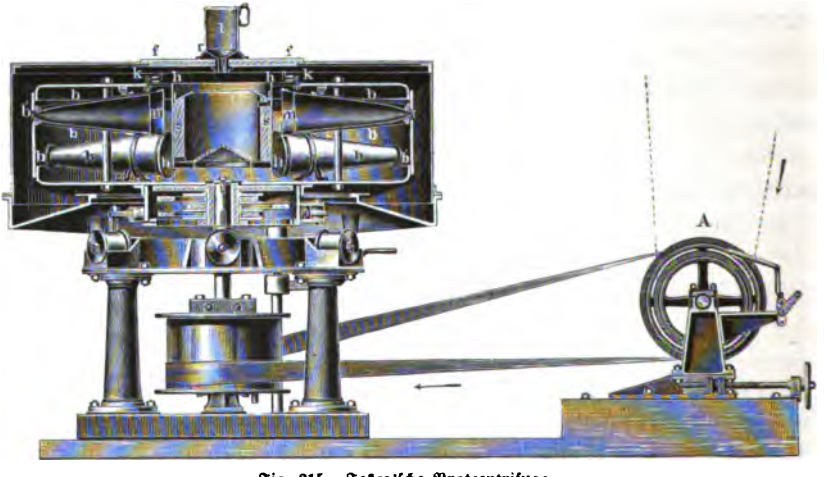


Fig. 215. Fesca'sche Brotcentrifuge.

gleichmäßige Verteilung der Trommelladung. Durch letzteren Umstand ist der erhebliche Vorteil erreicht, daß die Funktion des Gleichgewichts-Regulators sich im wesentlichen nur auf die Ausgleichung derjenigen, gelegentlich ziemlich bedeutenden Überlast zu beschränken hat, welche durch ein ungleichzeitiges Entweichen des Syrups aus den Broten entsteht.

Die Deckvorrichtung *k-h-h-k* ist ein zum Decken der Brote dienender cylindrischer Einsatzkörper der Lauftrommel, welcher vor Beginn einer jeden Schleuderung in die mit 16 Broten beladene Trommel eingesetzt, durch Schubriegel *k* an derselben central befestigt und am Schlusse der Schleuderung wieder entfernt wird.

Die Funktion dieser Deckvorrichtung besteht darin, daß sie eine Anzahl aufeinanderfolgender, aus einem abgemessenen Quantum Deckflüssigkeit bestehender Decken, welche während der Rotation der Centrifugentrommel in den Fülltrichter *i* eingegossen werden, den Broten zu gleichen Teilen zuführt.

Im wesentlichen besteht die Deckvorrichtung aus einem Cylinder, welcher durch radial stehende Scheidewände in gleich große Einzelkammern *s* geteilt, und an ihrer dem Trommelcentrum zugekehrten Seite offen sind. Jede der Einzelkammern *s* ist an ihrer cylindrischen Außenseite mit einer kleinen Öffnung versehen, durch welche das in jeder dieser Kammern befindliche Deckklärsel nach derjenigen Brotform centrifugal entweichen kann, welche der betreffenden Einzelkammer unmittelbar gegenüber steht. In dem Eisendeckel *f* der Sammeltrommel befindet sich eine Öffnung *r*. Setzt man den Fülltrichter *i* mit seinem Ausflußstutzen in die Öffnung *r* hinein, so muß das während der Rotation der Lauftrommel in *i* eingegossene abgemessene Quantum Deckklärsel die Kammern *s s s* ... gleichmäßig anfüllen und aus diesen in die Brotformen übertreten, so daß in jede Brotform gleichviel Deckklärsel einfließt. Da in den Brotformen in üblicher Weise durch Ausschaben der Böden der ungedeckten Brote ein leerer Raum *m* gebildet ist, so findet das aus den Kammern *s s* ... jeder der 16 Brotformen zugeführte Deckklärsel zunächst in diesen leeren Räumen *m m* ... Aufnahme und dringt von hier aus, von der Centrifugalkraft getrieben, allmählich in die Brote ein. Erst nachdem letzteres geschehen ist, wofür die Schleuderarbeit einfache und sichere Erkennungszeichen bietet, wird von neuem eine Decke gegeben, d. h. wieder ein abgemessenes Quantum Deckflüssigkeit in *i* eingegossen.

Erfahrungsmäßig genügen, je nach der Qualität und der Körnung der Füllmasse, 6 bis 8 aufeinanderfolgende Decken, um die Brote nett zu decken, und zwar 3 bis 4 Vordecken und ebenso viele Nachdecken. Die letzteren bestehen aus wasserhellem, die ersteren aus blaßgelbem Deckklärsel, wie solches bei dem Nachdecken der Brote als Ablauf von der Centrifuge resultiert. Dieser blaßgelbe Centrifugen-Ablaufssyrup wird deshalb bei der Schleuderarbeit für sich besonders aufgefangen, um als Vordeckklärsel reserviert zu werden.

Bemerkenswert ist das hydraulische Spurlager, in welchem die Centrifuge läuft und welches auch bei anderen Centrifugen

mit Vorteil Anwendung finden kann. Dasselbe hat folgende Konstruktion. Die metallene Spurbüchse desselben ist konisch, und zwar oben weiter als unten, ausgebohrt. Nach demselben Konus ist der Spurzapfen der Trommelwelle bearbeitet, und zwar so genau in die Spurbüchse eingepaßt, daß beide außerordentlich dicht aneinander schließen, wenn der Spurknopf der Welle auf der Spurplatte aufruht. Diese Spurbüchse ist kardanisch aufgehängt, welche Anordnung in gleicher Weise wie das bekannte Kugelspurlager der Trommelwelle eine pendelnde Bewegung gestattet.

Drei Druckpumpen, welche von einer gemeinsamen Kurbelwelle mit drei gleichförmig versetzten Kurbeln betrieben werden, bilden ein Pumpwerk, welches mit einem Druck von ca. 100 Atmosphären einen ununterbrochenen Strom Schmieröl in die Spurbüchse, und zwar unterhalb des Spurzapfens der Trommelwelle hineinpumpt. Dieser gepreßte, kontinuierliche Ölstrom wirkt auf den Spurzapfen der Centrifuge ganz in gleicher Weise wie das durch die Preßpumpen der hydraulischen Presse gepumpte Wasser auf den Kolben der Presse, das heißt, er hebt den Spurzapfen in die Höhe. Er thut letzteres aber nur in beschränktem Maße; denn so wie der Spurzapfen ein wenig angehoben worden ist, kommt die kongruente Konizität des Spurzapfens und der Spurbüchse zur Wirkung, insofern als durch eine senkrechte Hebung des Spurzapfens um 7 bis 8 mm ein ringförmiger freier Raum zwischen dem Spurzapfen und der Spurbüchse entsteht.

Die radiale Weite dieses ringförmigen Raumes ist zwar unmeßbar klein, dennoch aber bildet er einen ringförmigen Kanal, dessen Querschnitt genügt, um den gepreßten Ölstrom nach oben entweichen zu lassen. Während letzteres geschieht, entsteht ein Zustand des Gleichgewichtes zwischen dem Drucke, welchen das gepreßte Öl in der Richtung von unten nach oben auf den Spurzapfen ausübt, und der Summe der beiden ihm entgegenstehenden Widerstände, nämlich: der Belastung des Spurzapfens und dem Reibungswiderstande, welchen das Öl bei seinem Entweichen nach oben findet.

Dieser Zustand des Gleichgewichtes giebt sich zu erkennen durch ein Schwimmen des Spurzapfens auf dem gepreßten Öl in dem oben erwähnten Abstand des Spurknopfes von der Spurplatte von ca. 7 bis 8 mm. Dieses Schwimmen findet ununterbrochen statt, weil der in das Lager eintretende Ölstrom ein kontinuierlicher ist.

Das in dieser Weise durch den ringförmigen, engen Kanal zwischen dem Spurzapfen und der Spurbüchse nach oben kontinuierlich hindurchgepreßte Öl gelangt bei diesem Aufsteigen in eine Erweiterung der Spurbüchse, welche eine oben offene Ölkammer bildet. Aus der letzteren fließt es seitlich ab in eine Rinne, welche es nach dem Pumpkasten zurückführt. In dieser Weise vollzieht sich ein kontinuierlicher Kreilauf des Öls durch die Preßpumpen und das Spurlager.

Die bis jetzt über die Dauerhaftigkeit dieser hydraulischen Spurlager vorliegenden Erfahrungen sprechen zu Gunsten derselben, denn nach einem annähernd zweijährigen Betriebe derselben war an ihnen noch nicht die geringste Spur von Abnützung zu erkennen. Eine Erklärung für diese günstige Erscheinung ist in den nachstehend berührten Verhältnissen zu finden. Die Betriebseinrichtungen sind nämlich so getroffen, daß die Öldruckpumpwerke unausgesetzt, also auch während der Zeit, in welcher die einzelnen Centrifugen zur Entladung und Beschickung still stehen, in Thätigkeit gehalten werden. Dadurch wird bewirkt, daß während der täglichen Betriebsdauer der Centrifugen thatsächlich niemals eine unmittelbare Berührung zwischen dem Spurzapfen einerseits und der Spurbüchse und der Spurplatte andererseits stattfinden kann, weil das einem beständigen Drucke von ca. 100 Atmosphären ausgesetzte Öl sich stets in fortschreitender Bewegung befindet und dabei den durch den Druck des Öls hervorgebrachten Zwischenraum zwischen Zapfen und Büchse und Spurplatte mit Spannung ausfüllt.

Bei der Brotcentrifuge ist je nach der Natur der zu schleudernden Füllmassen ein höherer und ein niederer Schleudereffekt erforderlich, um ein richtiges und normales Ausdecken der Brote mit Sicherheit in der Hand zu haben. Deshalb ist das Treibwerk *A* der Centrifuge mit zwei Paar festen und losen Riemscheiben versehen, um der Trommel zwei verschiedene Umlaufgeschwindigkeiten erteilen zu können.

Die Arbeit mit dieser Centrifuge beschreibt Fesca wie folgt:

Das Schleudern und Decken der Brote in der Centrifuge ist eine einfache und leicht auszuführende Arbeit, wenn man die hierüber vorliegenden Erfahrungen beachtet. Die in den Formen enthaltenen, vollständig erstarrten ungedeckten Brote sollen, nachdem deren Böden bis auf die erforderliche Tiefe ausgeschabt worden sind, mit allem grünen Syrup, welchen sie enthalten, in die Centrifugentrommel eingesetzt

werden, weshalb die Stöpsel der Formen erst unmittelbar vor dem Einsetzen der letzteren in die Centrifuge gezogen werden dürfen.

Darauf erfolgt das Einsetzen und Festriegeln der Deckvorrichtung, das Schließen der Sammeltrommel durch den Deckel *f* und die Inbetriebsetzung der Centrifuge, wobei man zunächst denjenigen Antrieb benutzt, welcher der Lauftrommel die langsamere Umlaufgeschwindigkeit (etwa 380 Umdrehungen in der Minute bei der Brotcentrifuge) erteilt.

Sobald man wahrnimmt, daß der grüne Syrup in einem kräftigen Strahl aus der Sammeltrommel abfließt, was bei einer normal gekochten Füllmasse in 5 bis 6 Minuten nach dem Einrücken der Centrifuge erfolgt, appliziert man unter Beibehaltung der langsamen Umlaufgeschwindigkeit der Trommel die erste gelbe Vordecke, demnächst nach Verlauf einiger Zeit die zweite, dann die dritte gelbe Vordecke und so fort sämtliche gelbe Vordecken und sämtliche wasserhelle Nachdecken in bestimmten Zeitintervallen nach einander, indem man die abgemessenen Deckflüssigkeitsmengen mittels eines Eimers in das Eingußbecken (Fülltrichter) *i* eingießt. Hierbei hat man unter wiederholter Beobachtung des Syrupablaufes die Zeitintervallen zwischen dem Eingießen der einen Decke bis zum Eingießen der nächstfolgenden derart zu wählen, daß man die Brote stets möglichst im Zustande der vollen Sättigung mit Syrup, resp. mit Deckflüssigkeit erhält, und daß man andererseits die einzelnen Decken doch nicht so schnell aufeinander folgen läßt, daß die vorausgegangene Decke, welche sich zunächst in den leeren Räumen *m*, *m* . . . der Brotformen aufhält, noch nicht Zeit gehabt hat, sich in die Brote einzuziehen; denn wenn die neue Decke noch Deckflüssigkeit in den Räummen *m*, *m* . . . vorfindet, so findet sie nicht genug Platz in *m*, *m* . . ., steigt über den Rand der Formen über und geht für das Decken verloren. Die richtige Zeiteinteilung für das Eingießen der Decken ist leicht erlernt, da man es bei der Arbeit sofort wahrnimmt, wenn eine Decke zu früh gegeben worden ist; als Vorschrift kann hierbei dienen, daß bei den großen Brotcentrifugen alle 8 bis 10 Minuten, und bei den kleinen Brotcentrifugen alle 6 bis 8 Minuten eine Decke zu geben ist.

Jede einzelne Decke wird zu zwei gleichen Teilen in zwei Meßeimern abgemessen und in den Eingußtrichter *i* entleert, so daß das eine abgemessene Quantum Deckflüssigkeit die 8 unteren und die 8 oberen

Brote deckt. Mit dem Verlauf dieses Deckprozesses nimmt naturgemäß die Reinheit des Centrifugen-Ablaufsyrups beständig zu und dessen Färbung beständig ab. Dem entsprechend tritt in der Regel nach der Applizierung von sämtlichen gelben Vordecken und 1 bis 2 wasserhellen Nachdecken der Zeitpunkt ein, wo es angezeigt ist, den nunmehr von der Centrifuge ablaufenden hellgelben Syrup für sich gesondert aufzufangen, um ihn als gelbe Vordecke bei der nachfolgenden Schleuderung verwenden zu können.

Der Deckprozeß ist als beendet anzusehen, wenn der von der Centrifuge abfließende Syrup eine blaßgelbe, annähernd wasserhelle Färbung zeigt. Sobald dies eingetreten ist, giebt man der Centrifuge welche bis dahin zum Zwecke des allmählichen Eindringens der Decken in die Brote mit ihrer langsameren Umlaufsgeschwindigkeit betrieben wurde, ihre schnelle Umlaufgeschwindigkeit (ca. 500 Umdrehungen pro Minute der Trommel bei der großen und ca. 600 Umdrehungen pro Minute bei der kleinen Brotcentrifuge), und setzt die Schleuderprozedur nun noch so lange fort, bis der Syrup nur noch in einem ganz dünnen Faden von der Centrifuge abläuft. Die hierdurch bewirkte Entfeuchtung der Brote ist so bedeutend, daß dieselben am Schlusse der Schleuderung nur noch 2 bis $2^1/_2$ Proz. Wasser enthalten.

Hat man den Sud richtig getroffen und der Füllmasse die richtige Konsistenz gegeben, so geht die Schleuderung und die Ausdeckung der Brote normal von statten. Für den Fall indessen, daß bei dem Kochen Fehler begangen worden sind und der Sud also entweder zu leicht oder zu stramm geraten ist, ist folgendes zu bemerken: Eine zu leichte Kochung des Sudes erkennt man daran, daß die Brote bei dem Schleudern ihre Spitzen verlieren, und eine zu stramme Kochung des Sudes daran, daß bei der Anwendung der für den Beginn der Schleuderprozedur vorgeschriebenen langsamen Umlaufsgeschwindigkeit der Centrifuge ein ungewöhnlich schwacher Ablauf von Grünsyrup erfolgt.

Gegen eine zu leichte Kochung giebt es keine Abhilfe bei dem Schleudern, wohl aber gegen eine zu stramme. In dem letzteren Falle giebt man nämlich der Centrifuge gleich bei dem Beginn der Schleuderung ihre schnelle Umlaufsgeschwindigkeit, appliziert den in ihr enthaltenen Broten nach 5 Minuten eine gelbe Vordecke und schleudert nun noch ca. 20 Minuten lang unter Beibehaltung der schnellen Umlaufgeschwindigkeit, bis man den größten Teil des Grünsyrups abge-

schleudert hat. Hiermit hat man dann den bei dem Kochen gemachten Fehler korrigiert und die Brote so weit vorbereitet, daß deren Ausdeckung bei langsamer Umlaufgeschwindigkeit der Centrifuge in normaler Weise, wie oben beschrieben, erfolgen kann.

Schließlich möge nun hier noch der Vorteile Erwähnung geschehen, welche die Herstellung der Brote mittels der Centrifuge gegenüber der Bodenarbeit bietet. Diese Vorteile sind:

1. Ersparnis von etwa die Hälfte des für die Bodenarbeit erforderlichen Deckzuckers.

2. Wesentliche Ersparnis an Zeit, insofern als die Brote schon etwa 24 Stunden nach dem Füllen der Formen in die Trockenstuben gelangen.

3. Bedeutende Ersparnis an Bodenraum.

4. Eine Mehrausbeute an verkäuflicher Raffinade auf den ersten Wurf, weil man von dem geschleuderten Brote — welches einen viel dichteren Boden als das durch die gewöhnliche Bodenarbeit hergestellte Brot hat — nur eine 6 mm dicke Schicht vom Boden abzudrehen hat, während an den anderen Broten eine ca. 30 mm dicke Schicht von deren Boden entfernt werden muß.

5. Eine Verminderung des Vorkommens von Ausschußbroten, weil die Centrifugenarbeit eine sehr sichere ist, sobald man das für die Schleuderung geeignete Kochen der Füllmasse erlernt hat.

4. Zurichten und Trocknen des Melis.

Nach dem Löschen der Formen nimmt man die an der Basis des Brotes befindliche Schicht von lockerem Zucker fort und giebt der Spitze, welche durch den Ansatz der Tülle und durch den letztere verschließenden Pflock keine glatte Gestalt hat, durch Abdrehen eine glatte und symmetrisch verlaufende Oberfläche. Es dient dazu derselbe Apparat, dessen man sich zum Abdrehen des Bodens bedient hat, nachdem an Stelle der flachen Messer ein inwendig mit drei gekrümmten Messern besetzter eiserner Korb gebracht ist. Die Messer sind so gestellt und ihre Krümmung ist so berechnet, daß sie bei ihrem Umlaufe genau die Linie bestreichen, deren Verlauf der Gestalt der Hutspitze entspricht. Steckt man die Spitze des Brotes in den in Umlauf befindlichen Korb, so werden die Messer alle Unebenheiten fortnehmen und eine durchaus glatte regelmäßige Spitze herstellen.

Das hierbei abfallende Zuckerpulver, sowie das früher vom Boden des Brotes fortgenommene, wird zur Anfertigung der Deckkläre benutzt.

Es erübrigt jetzt nur noch, die völlige Austrocknung vorzunehmen. Dies geschieht in einem besonderen, heizbaren und ventilierbaren Lokale, der Trockenstube oder Stove. In derselben sind hölzerne Gerüste angebracht, auf welche die Zuckerbrote gestellt werden. Die Gerüste bestehen aus mehreren, gewöhnlich drei, übereinander befindlichen Etagen, die so weit von einander abstehen, daß zwischen ihnen gerade Raum genug für die Höhe der Brote verbleibt. Zur möglichsten Ausnutzung des Raumes werden die Brote dicht nebeneinander gestellt, bis die Trockenstube vom Boden bis zur Decke und ihrer ganzen Länge und Breite nach gefüllt wird.

Die Ventilation muß so geregelt werden, daß ein beständiger, zur Abführung der mit Feuchtigkeit gesättigten Luft genügender Luftwechsel stattfindet, eine darüber hinausgehende Bewegung, die einen fühlbaren Zug hervorbringen würde, ist sorgfältig zu vermeiden, da sonst, während des späteren Stadiums der stärkeren Erhitzung, unfehlbar ein Zerspringen der immer spröder werdenden Brote eintreten würde. Man läßt zweckmäßig die Luft am Fußboden der Trockenstube, durch zu verengende oder zu erweiternde Öffnungen, vom Zuckerboden aus im angewärmten Zustande eintreten; die mit Feuchtigkeit beladene Luft läßt man durch in der Decke angebrachte, ebenfalls zu vergrößernde oder zu verkleinernde Öffnungen entweichen.

Rings an den Wandungen her sind Dampfröhren geführt, deren Länge hinreichend groß sein muß, um den Raum bis auf eine Temperatur von etwa 50 bis 60° C. bringen zu können.

Nach dem Füllen der Trockenstube beginnt man ganz langsam zu heizen, ihre Temperatur sollte nach Ablauf von 24 Stunden nicht höher als 30° C. kommen. Diese Wärme erhält man möglichst gleichmäßig drei Tage lang. Würde man zu rasch erhitzen, so würde eine gleichmäßige Durchwärmung nicht zu erzielen sein. Die in der Nähe der Dampfröhren befindlichen Brote würde zu warm werden, während die entfernteren noch kalt sind, die ersteren könnten durch die Hitze zum Schmelzen kommen, während die letzteren Wasserdampf auf sich verdichten würden, welches ebenfalls ein Schmelzen herbeiführen könnte.

Bei recht gleichmäßiger Heizung bemerkt man, wie alle Brote allmählich an der Oberfläche trocken werden. Das hier befindliche,

von der Deckkläre herrührende Wasser verdunstet und läßt den in ihm gelösten Zucker als dünne feste Schicht zurück. In dem Maße, wie hier die Austrocknung erfolgt, bewegt sich die im Innern noch vorhandene Zuckerlösung durch Kapillarwirkung der äußeren Oberfläche zu, das Wasser verdunstet wieder, läßt dabei eine neue Zuckerschicht zurück, die um so stärker wird, je weiter die Trocknung vorschreitet.

Nach und nach steigert man die Temperatur höher, bis man am sechsten Tage bei 50° C. ankommt. Bei dieser Wärme pflegt die Trocknung beendigt zu sein. Die durch fortgesetzte Verdunstung gebildete äußere Schicht ist nunmehr so dicht geworden, daß sie, bei leisem Anschlagen mit einem metallenen Gegenstande, einen klingenden Ton giebt, ein Merkmal, welches die Beendigung der Austrocknung anzeigt.

Die Dunstabzugsöffnungen, welche vorher bereits verengt waren, werden nunmehr ganz verschlossen, ebenso die Öffnungen am Fußboden, der Dampf wird zunächst in geringerer Menge in die Heizröhren gelassen, später ganz abgestellt. Ein ganz langsames Erkalten ist durchaus erforderlich, da die äußeren, in höherer Temperatur entstandenen Zuckerschichten sich in einem Zustande der Spannung im Vergleiche zu den inneren befinden. Würde man sie plötzlich abkühlen, so würden sie der dabei stattfindenden Kontraktion nicht folgen können, sie würden zerreißen und der an der Oberfläche entstandene Riß würde sich auf die darunter liegenden Teile fortpflanzen, das fertige Brot würde zerspringen.

Erst nachdem die Temperatur der Trockenstube sehr nahezu auf die Wärme des benachbarten Zuckerbodens freiwillig herabgekommen ist, öffnet man die dahin führenden Ventilationsöffnungen, später auch die Thür. Zur Entleerung der Trockenstube darf man erst schreiten, wenn man sicher ist, daß die Temperatur im Innern der Zuckermassen sich mit der Wärme des Zuckerbodens ausgeglichen hat.

Die aus der Trockenstube herausgenommenen Brote unterliegen nun noch einer Revision, bei welcher äußerlich anhaftende Fehler, durch Berühren verursachte Schmutzflecke und dergleichen durch Abschaben entfernt werden, worauf das fertige Brot in Papier eingeschlagen, mit Bindfaden verschnürt und so in den Handel gebracht wird.

5. Würfelmelis.

Seit einer Reihe von Jahren ist der Brotzucker ganz bedeutend durch den „Würfelzucker" verdrängt worden, weil letzterer für den

Konsumenten viele Bequemlichkeiten bietet, die der Brotzucker nicht hat. Für die Darstellung des Würfelzuckers sind eine ganze Reihe von Methoden erfunden worden, die hier nicht sämtlich beschrieben werden können, weil der verfügbare Raum uns hierzu fehlt. Diese Methoden unterscheiden sich im wesentlichen in zwei Klassen, je nachdem der Zusammenhang der Zuckerkrystalle durch Pressen (Preßwürfel) oder durch Zusammenwachsen (gewachsene Würfel) erzielt wird. Das Verfahren für die Herstellung der Preßwürfel beschreibt Fesca wie folgt:

Die Füllmasse wird auf feines Meliskorn gekocht, sie muß einen Reinheitsgrad von 93 bis 94 haben, ihr Wassergehalt kann 8 bis 10 Proz. betragen, bei 8 Proz. Wasser ist jedoch die Ausbeute bedeutend höher als bei 10 Proz.

Die Füllmasse wird zunächst durch ein Brechwerk, ähnlich dem in Fig. 206 mit der Maischmaschine verbundenen, zu kleinen Stückchen zerbrochen. Die letzteren passieren alsdann ein mit Abstreichmessern versehenes, lose gestelltes Walzenpaar und werden dadurch ohne merkliche Verletzung des Kornes zu einer lockeren, krümeligen Masse zerdrückt. So zerkleinert fällt die Füllmasse in eine, mit einem an horizontaler Welle befindlichen Rührwerke versehene Maischpfanne. Letztere ist aus Kupfer gefertigt, hat kugelsegmentförmigen Boden, Doppelboden für frei hindurchstreichenden Retourdampf und ein bequem durch einen Hebel zu öffnendes Ablaßventil an ihrer tiefsten Stelle. In dieser Pfanne wird die Füllmasse unter Zugabe von passendem konzentrierten Maischsyrup, einem Nebenprodukte der Schleuderung, zu einer gleichmäßig dickflüssigen Masse bei einer Temperatur von 38 bis 42° C. verarbeitet.

Zur möglichsten Schonung des Kornes beim Maischen sind die Rührarme in der Pfanne in weiten Abständen auf der Rührwelle verteilt, und bestehen aus platten runden Stäben; auch sind keine feststehenden Rechen in der Pfanne angebracht, so daß der Maischprozeß nur in einem Umwälzen der Masse zum Zwecke gleichförmiger Durchmischung und Erwärmung derselben besteht.

Von der so dargestellten Füllmassenmaische werden etwa 105 kg, entsprechend etwa 90 bis 95 kg Füllmasse, in die 785 mm weite Trommel der Centrifuge, während diese still steht, eingefüllt und die Ladung in etwa 35 Minuten Schleuderzeit ausgedeckt. Als Deckmittel dient zuerst konzentrierter gelber Decksyrup, darauf konzentrierte wasserhelle Deckkläre, außerdem Dampf. Der gelbe Decksyrup ist bei der

vorangegangenen Schleuderung, als Centrifugenablauf bei dem Decken mit wasserheller Deckkläre, gewonnen worden, bildet also ein Zwischenprodukt der Schleuderung, welches unmittelbar nach seiner Gewinnung als Vordecke verwendet wird und hierbei wiederum als Centrifugenablauf einen zweiten und geringeren gelben Syrup produziert, welcher für sich aufgefangen, als Maischsyrup bei der Herstellung der warmen Füllmassenmaische Verwendung findet.

Der bei der Schleuderung angewendete Dampf dient vorzugsweise zum Erwärmen der Zuckermasse in der Centrifuge. Er strömt vom Beginne der Schleuderung bis kurz vor deren Beendigung in einem, durch empfindlich wirkende Dampfventile abgemessenen Quantum in die Sammeltrommel ein und wird, sowohl vor seinem Eintritte in die letztere, wie auch zum zweitenmal vor seinem Eintritte in die Lauftrommel, durch geeignete Vorrichtungen (Wasserzarge, S. 545) entwässert.

Die Sammeltrommel der Centrifuge ist mit einem Klappdeckel verschlossen und bleibt während der Schleuderung anhaltend verschlossen. Auf dem Klappdeckel ist ein Eingußbecken angebracht, in welches in bestimmten Zwischenräumen der gelbe Decksyrup und demnächst die wasserhelle Deckkläre eingegossen werden. Dieses Eingußbecken steht mit einem im Innern der Lauftrommel befindlichen siebartig durchlöcherten Einsatze in Verbindung, dessen äußere Wandung, konzentrisch um den Konus, in einem Abstande von 8 bis 10 cm sich von der Innenwand der Zuckerschicht befindet; durch denselben wird die Deckflüssigkeit in einen staubartigen Sprühregen verwandelt, dessen feinste Tröpfchen die Zuckermassen waschen, ohne sie zu lösen.

Der Syrupablauf an der Sammeltrommel ist durch zwei Vorschraubventile in zwei Wege geteilt. Das eine Ventil führt den grünen Syrup in eine Rinne, das zweite Ventil führt abwechselnd den Maischsyrup in eine zweite Rinne und den gelben Decksyrup in einen untergestellten Eimer. Während der ersten 10 Minuten des Schleuderns läuft grüner Syrup, zugleich läßt man Dampf in den Mantel. Nach Ablauf dieser Zeit giebt man eine Syrupdecke, nach weiteren 5 Minuten eine Klärseldecke. Nach weiteren 15 Minuten, während welcher die Centrifuge Dampf erhält, um das Ablaufen des Syrups zu befördern, läuft die Trommel noch 5 Minuten kalt.

Der geschleuderte ausgedeckte Zucker läßt sich leicht aus der Centrifugentrommel schaufeln, er enthält noch 2 bis $2^1/_2$ Proz. Wasser und

passiert in diesem Zustande eine Zuckerreibe, welche die etwa zusammengeballten Zuckerklumpen zerkleinert und den Zucker zu vollständiger Gleichartigkeit durchmischt. In diesem Zustande wird er zwischen Messingplatten zu Tafeln von 24 mm Dicke und 140 mm Länge und Breite, von beliebig dichtem Schlusse gepreßt, welche, nachdem sie 24 Stunden lang bei einer Temperatur von 48° C. getrocknet sind, die Würfelzuckerbrechmaschine passieren, von dieser nach zwei Richtungen hin gebrochen werden und, unter Vermeidung jedes Sägens, Würfelzucker geben. In der Brechmaschine werden die Tafeln zuerst in Längsstreifen und diese durch eine zweite Vorrichtung in Würfel geknipst.

Zur Erzielung einer guten Qualität des Würfelzuckers ist zu beachten, daß die Füllmasse eine geeignete Körnung habe, daß das geschleuderte Produkt nicht zu feucht sei und endlich, daß der richtige Druck beim Pressen getroffen werde. Wird in einer dieser Beziehungen gefehlt, so erhält man entweder Zucker von zu losem Schlusse, dessen Würfel in heißem Kaffee zu sandigen Massen zerfallen, bei zu feuchtem und zu starkem Pressen wird der Zucker so dicht, daß er sich schwer löst, während, wenn obige Bedingungen richtig erfüllt sind, ein Produkt erzielt wird, welches guter Raffinade sehr ähnlich ist.

Bei der Herstellung der sogen. gewachsenen Würfel wird die auf feines Korn gekochte Füllmasse genau so behandelt, wie wir dies oben für die Erzeugung von Broten beschrieben haben, nur wird sie nicht auf Brotformen gefüllt, sondern auf viereckige, oben und unten offene Kästen (Formen), welche durch eingesetzte Bleche in Fächer eingeteilt sind, in denen die Füllmasse zu Platten erstarrt. Die Gestalt und Größe dieser Formen ist verschieden, je nach der Art und Weise, wie die Füllmasse weiter verarbeitet werden soll. Beim Langen'schen Verfahren z. B. haben dieselben die Gestalt eines abgestumpften Keiles mit rechteckiger Grundfläche, sodaß sie als Kranz in eine Centrifugentrommel eingesetzt werden können. Die in denselben entstehenden Platten zeigen dann die in Fig. 216 dargestellte Form; bei anderen Methoden, bei denen die Füllmasse mittelst Preßluft oder durch hydraulischen Druck ausgedeckt werden soll, sind die Formen so gestaltet, daß quadratische Platten entstehen.

Alle die verschiedenen Arbeitsmethoden zu beschreiben, würde, wie gesagt, zu weit führen; dieselben haben mehr Interesse für den eigentlichen Raffinadeur, wir begnügen uns daher damit, eine allgemeine

Übersicht über die vorzunehmenden Operationen zu geben. Nachdem die Platten in besonders konstruierten Centrifugen (mit abnehmbarer Trommel) oder anderen Deckapparaten von Syrup befreit und mit Deckkläre ausgedeckt worden sind, werden sie vorsichtig aus den Formen herausgenommen und auf Gestellen zum Trocknen aufgestellt. Beim Langen'schen Verfahren sind diese Gestelle zu einem großen Rade vereinigt, welches die auf der einen Seite eingelegten Platten langsam durch eine mit Dampf geheizte Trockenkammer bewegt, so daß sie nach längerer Zeit auf der anderen Seite trocken herauskommen.

Die getrockneten Platten werden nunmehr vermittelst eines Systems von Kreissägen in gleichmäßige Streifen zerschnitten. Zwischen den einzelnen Sägeblättern laufen Bänder ohne Ende, welche diese Streifen

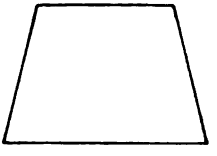


Fig. 216.

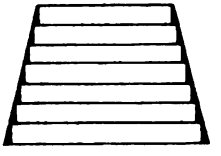


Fig. 217.

Gestalt der Zuckerplatten beim Langen'schen Würfelzuckerverfahren.

selbstthätig einer Maschine zuführen, in der sie durch ein gleichmäßig auf und ab sich bewegendes Messer in gleichmäßige Würfel zerhackt werden (Knippsmaschine). Diese Würfel werden durch die Bänder in der Lage, in der sie entstanden sind, noch einige Meter auf einem schmalen Tische weiter befördert, an welchem eine Anzahl von Arbeiterinnen steht, die dieselben mit Zeigefinger und Daumen reihenweise abnehmen und in Kisten wegpacken (rangierte Würfel). Ungenügend ausgedeckte und unregelmäßige Stücken werden liegen gelassen und fallen am Ende des Tisches in einen Abfallkasten. So weit der Abfall weiß ist, kann man denselben zu gemahlener Raffinade oder zu Knoppern weiter verarbeiten und liest in diesem Falle die gelben Würfel ebenfalls von den Bändern ab und sammelt dieselben in einem besonderen Kasten. Je mehr die Platten von der rechteckigen Gestalt abweichen, desto größer ist die Menge von unregelmäßigen Stücken, also von Abfall. Denken wir uns die in Fig. 216 dargestellte Platte in Streifen zerschnitten, so werden alle die Zuckerstücken, welche in Fig. 217 dunkel schraffiert sind, in den Abfall geraten.

6. Pilézucker.

Ebenso wie der Würfelzucker ist der Pilézucker eine Abart des Melis. Man versteht darunter einen, namentlich für den italienischen Markt bestimmten und von österreichischen Fabriken produzierten Melis, welcher in unregelmäßige Stücke (Knoppern) zerbrochen ist. Zu seiner Darstellung dient namentlich ein von Schröder-Weinrich eingeführtes Verfahren, welches das Ausdecken von ungemaischter Füllmasse bezweckt.

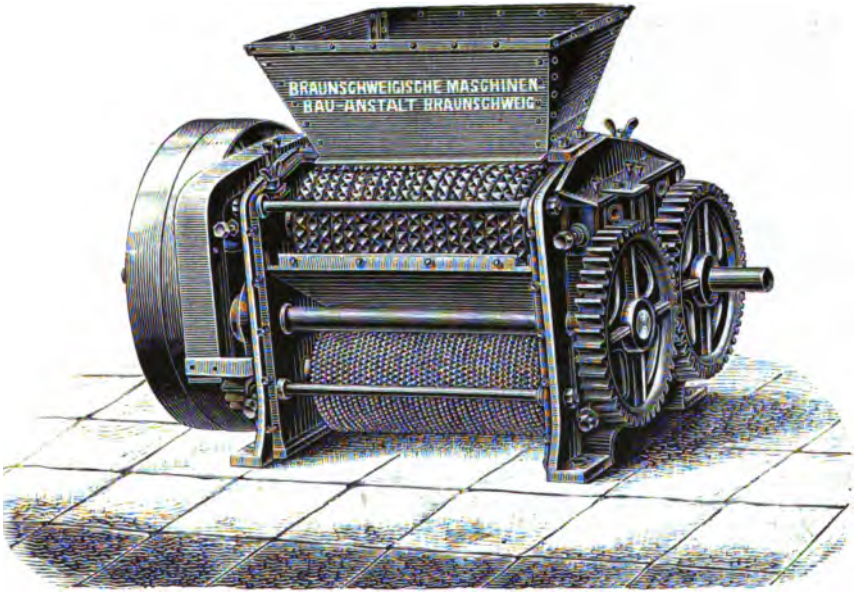


Fig. 218. Pilé-Brechwerk mit doppelten Walzen.

Die auf grobes Meliskorn gekochte Füllmasse läßt man in eigens gestalteten Formen kryſtallisieren. Diese bilden ringförmige Kreisschnitte von solcher Größe, daß fünf derselben zusammengestellt einen Kranz bilden, dessen Durchmesser so groß ist, daß die aus ihnen herausgenommenen Zuckermassen genau dem inneren Durchmesser der Lauftrommel der Centrifuge entsprechen. Nachdem die Füllmasse in den Formen 24 Stunden gestanden hat, löscht man sie durch Umkippen, stellt je fünf Stücke in der Lauftrommel zu einem Kranze zusammen,

der durch einen Ring gehalten wird, und schleudert zunächst den grünen Syrup ab.

Da die den Kranz bildenden Stücke nicht sämtlich von genau gleicher Schwere sind, und da mithin eine ungleiche Belastung der Trommel erfolgt, so ist diese Arbeit nur unter Anwendung des Fesca'schen Gleichgewichtsregulators möglich, ohne denselben bietet sie die größte Gefahr der Centrifugenexplosion.

Nach dem Abschleudern des grünen Syrups wird eine Dampfnebeldecke gegeben und damit so lange fortgefahren, bis der Syrup genügend hell abläuft, worauf der Deckel in die Höhe gewunden und die Trommel noch einige Zeit bei Zutritt der Luft in Bewegung erhalten wird, um den Zucker abtrocknen zu lassen. Er wird alsdann in einem Brechwerke gröblich zerkleinert, getrocknet und so in den Handel gebracht.

Die in Fig. 196 auf S. 501 dargestellte Centrifugenkonstruktion ist für das Schröder-Weinrich'sche Verfahren gut geeignet.

Ein Pilé-Brechwerk mit doppelten Walzen ist in Fig. 218 dargestellt; die Abbildung bedarf keiner Erklärung.

III. Farin.

Unter diesem Namen versteht man einen gemahlenen Konsumzucker. Zu seiner Darstellung bedient man sich der verschiedensten Produkte, die aus irgend einem Grunde nicht wohl in ihrer ursprünglichen Form in den Handel gebracht werden können. Zerbrochene Melisbrote, zu stark gefärbte Melis, Abfälle des Würfelzuckers, abgesiebte kleine Krystalle des Krystallzuckers, ja selbst stark ausgedeckte Rohzucker werden, nachdem sie durch Mahlen in mehr oder weniger feines Pulver verwandelt sind, entweder für sich, oder nachdem mehrere verschiedene Zuckersorten untereinander gemischt sind, unter dem Namen Farin in den Handel gebracht.

Man stellt auch Farin direkt aus Füllmassen dar, die nicht genügend rein sind, um Melis oder Würfelzucker zu liefern, indem man diese entweder gemaischt, oder nach dem Schröder-Weinrich'schen Verfahren ungemaischt in die Centrifuge bringt, sie hier ausschleudert, deckt und nach dem Trocknen mahlt.

Zum Mahlen der Farine sind sehr verschiedene Mühlen konstruiert, von denen wir, in Fig. 219 und 220, die von Fesca geben. Sie

besteht aus einem kombinierten Brech- und Mahlwerke; in ersterem werden die gröblich zerkleinerten Zuckerstücke auf die Größe einer Nuß gebracht, in letzterem werden diese zerquetscht. Der recht trockne Zucker wird in den Trichter *a* geworfen, der ihn den beiden mit starken eisernen Zähnen versehenen Brechwalzen *bb'* zuführt. Von hier gelangen die Zuckerstückchen in den unteren Teil des zweiten Trichters *c* und werden von diesem den beiden aus Hartguß hergestellten Walzen *dd'*, von denen die eine mit größerer Geschwindigkeit als die andere

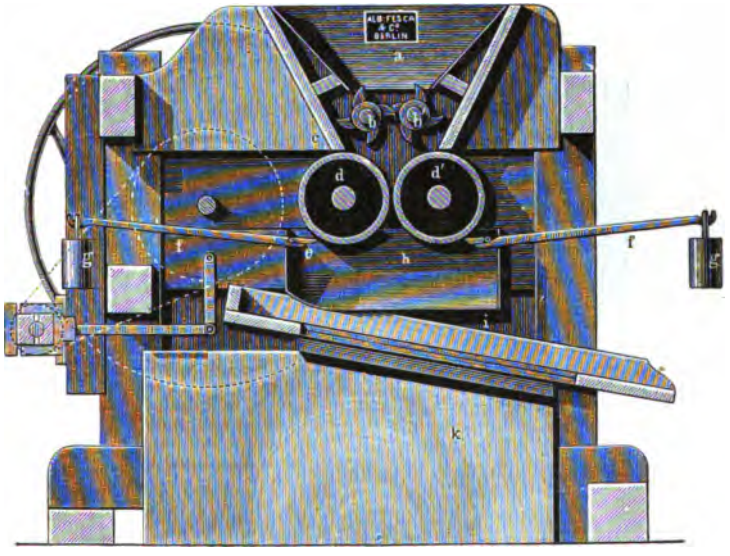


Fig. 219. Fesca'sche Farinmühle, Querschnitt durch die Walzen.

läuft, zugeführt. Die eine der beiden Walzen liegt in beweglichen, zur Seite verschiebbaren Lagern, wodurch der Abstand beider zu regulieren ist, um den Zucker gröber oder feiner mahlen zu können. Bei der ungleichen Geschwindigkeit der beiden Walzen wirken diese sowohl drückend wie reibend. Unter den beiden Walzen sind Abstreichmesser *ee* angebracht, welche durch die langen Hebel *ff* und die dieselben belastenden Gewichte *g* gegen die Walzen gedrückt werden. Durch dieselben wird der Zucker, der sich leicht an die Walzen ansetzt, regelmäßig entfernt, damit immer nur die glatte metallische Fläche der Walzen zur Wirkung kommt. Würde man dieses Abstreichen versäumen,

so würde der Mantel der Walzen uneben werden und diese würden nicht mehr den Zucker zu gleichmäßiger Feinheit zerdrücken. Unter den Walzen befindet sich die schiefe Ebene *h*, von der der Zucker auf das Schüttelsieb *i* fällt, dessen Maschenweite dem Feinheitsgrade des darzustellenden Produktes entspricht. Der fein gemahlene Zucker fällt in den unter dem Siebe befindlichen Kasten *k*, während das Grobe in einen unter den tiefsten Punkt des Siebes gestellten Behälter gleitet und aus diesem wieder in den Rumpf des Brechwerkes geschüttet wird.

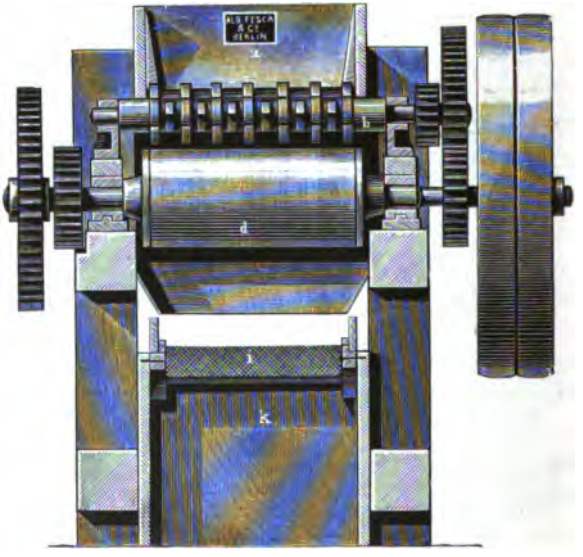


Fig. 220. Fesca'sche Farinmühle, Längsschnitt.

IV. Nachprodukte der Konsumzuckerfabrikation.

Der erste Syrup, welcher bei der Fabrikation der Konsumzucker abfällt, ist weit reiner als der von der Rohzuckerfüllmasse. Verschiedenheiten in seiner Beschaffenheit kommen jedoch hier wie dort vor, je nachdem der Dicksaft unter Verwendung von mehr oder weniger Einwurf bereitet war, je nachdem der Dicksaft und die Füllmasse einen größeren oder geringeren Reinheitsgrad besessen, je nachdem dem grünen Syrup mehr oder weniger Deckkläre beigemischt worden ist. Im allgemeinen wird der Syrup aber noch genügend rein sein, um sich auf

Korn verkochen zu lassen, so daß man als zweites Produkt einen Rohzucker von vorzüglicher Güte herstellen kann, der häufig nach dem Schleudern und Decken genügend rein ist, um als Farin, direkt oder nach dem Vermischen mit anderem Zucker, verwandt zu werden. Die von diesem zweiten Produkte fallenden Syrupe werden, ebenso wie bei der Rohzuckerarbeit, auf Nachprodukte verkocht bis schließlich als Rest Melasse verbleibt.

In den verschiedenen Fabriken sind die soeben beschriebenen Methoden der Darstellung von Konsumware selbstverständlich in der verschiedensten Weise kombiniert; nur ein einziges Produkt darzustellen, ist selten vorteilhaft, weil die Nachfrage nach den verschiedenen Sorten das ganze Jahr hindurch wechselt. Als Beispiel soll in nachstehendem die Arbeitsweise einer Fabrik in großen Zügen beschrieben werden, welche aus Rüben, zuweilen unter Zukauf von Rohzucker, ausschließlich weiße Ware und zwar von vorzüglichster Qualität und mit verhältnismäßig geringen Kosten herstellt:

Das in der Rohzuckerfabrik gewonnene Erstprodukt wird, wie es von den Centrifugen kommt auf einer Hängebahn, in deren Laufe eine automatische Waage eingeschaltet ist, zur Raffinerie befördert, wo dasselbe zunächst nach dem Steffen'schen Waschverfahren affiniert wird. Der gewaschene Zucker wird in den Waschwannen selbst eingeschmolzen und die so erhaltene Kläre nach Soxhlet filtriert.

Das Soxhlet'sche Verfahren (D. R.-P. Nr. 70 987) besteht im wesentlichen in der Filtration von Zuckerlösungen durch „Filterpreßkuchen, welche durch Aufschlämmen von Holzschleifmehl, gemischt mit feinpulvrigen, indifferenten Stoffen, wie Kieselguhr-, Bimstein- oder gewaschenem Kokspulver, in den Kammern einer Filterpresse gebildet werden."

Das filtrierte Klärsel wird auf Brote oder Würfel (in Centrifugen) verarbeitet. In den Ablauf von diesen wird in besonderen Pfannen unter Wasserzusatz sämtliches Nachprodukt eingeworfen, welches nach dem Grossé'schen Verfahren aus dem Ablaufe vom Erstprodukte und von der Steffen'schen Wäsche gewonnen worden ist. Nachdem dieses Klärsel, ebenfalls nach Soxhlet, filtriert worden ist, wird es auf Pilé verkocht, der Ablauf von diesem aber giebt Granulated. Der

Ablauf vom letzteren endlich wandert in die Dicksaftstation der Rohzuckerfabrik zurück, von wo er mit dem Rübendicksafte zusammen zu Füllmasse eingekocht wird.

Die durch Verkochen der betreffenden Abläufe im Grossé'schen Apparate erhaltene Melasse hat einen Reinheitsquotienten von 66 bis 68 Proz. und wird nach dem später zu beschreibenden Steffen'schen Ausscheidungs-Verfahren entzuckert. Daß der Quotient dieser Melasse nicht niedriger ist, ist nur scheinbar und liegt an dem Gehalte derselben an stark rechtsdrehender Raffinose (s. S. 59), die sich bei der Entzuckerung der Melasse in den Produkten immer mehr und mehr anhäuft.

Sechster Abschnitt.

Die Melasse.

Allgemeines.

Die Melasse ist der letzte Syrup der Rübenzuckerfabriken, welcher infolge seines hohen Gehaltes an Nichtzucker, technisch betrachtet, nicht mehr krystallisationsfähig ist. Dieselbe ist wegen ihres höchst widerwärtigen Geruches und Geschmackes als menschliches Nahrungs- und Genußmittel nicht verwendbar, obgleich sie sehr bedeutende Mengen, annähernd die Hälfte ihres Gewichtes, durchaus unveränderten Zucker von gleicher Krystallisationsfähigkeit, von gleichen Eigenschaften, wie der im ursprünglichen Safte enthaltene, enthält, der nur von den begleitenden fremden Stoffen befreit zu werden braucht, um in seiner ursprünglichen Form wieder aufzutreten.

Neben dem Zucker enthält die Melasse organischen und anorganischen Nichtzucker und Wasser, etwa in folgendem Verhältnisse:

50	Proz.	Zucker
30	„	Nichtzucker
20	„	Wasser
100	Proz.	

Der dritte Teil des Nichtzuckers wird durch anorganische Substanzen, unter denen das Kali mit etwa 5,5 Proz. überwiegend ist, gebildet, zwei Drittel des Nichtzuckers sind organische Substanzen, Säuren der verschiedensten Art, die mit anorganischen und organischen Basen zu Salzen vereint sind, stickstoffhaltige Substanzen, Abkömmlinge und Zersetzungsprodukte des Eiweißes, des Asparagins und des Glutamins und eine Menge von anderen Körpern. Der Stickstoffgehalt der Melasse beträgt etwa 1,9 Proz.

In der Zusammensetzung der Melasse kommen selbstverständlich je nach der Beschaffenheit der Rüben, je nach der Arbeitsmethode Differenzen vor. Diese bewirken Abweichungen in dem gegenseitigen Verhältnisse der Bestandteile, die aber selten so bedeutend werden, als daß durch sie das durch obige Zahlen ausgedrückte Schema der Zusammensetzung wesentlich verändert werden könnte.

Nur verhältnismäßig selten kommen Melassen vor, deren Zusammensetzung sich weit von obigen Zahlen entfernt, wie aus folgender Zusammenstellung von Analysen, welche von **Bodenbender** mit Melassen verschiedener Herkunft ausgeführt worden sind, hervorgeht:

5	Analysen,	Zuckergehalt	von	35,0	bis	39,9	Proz.
17	„	„	„	40,0	„	44,9	„
23	„	„	„	45,0	„	49,9	„
31	„	„	„	50,0	„	55,0	„
76	Analysen,	durchschnittl.	Zuckergehalt			47,1	Proz.
10	Analysen,	Wassergehalt	von	10,6	bis	14,9	Proz.
29	„	„	„	15,0	„	19,9	„
24	„	„	„	20,0	„	24,9	„
5	„	„	„	25,0	„	29,9	„
1	„	„	„		„	31,1	„
69	Analysen,	durchschnittl.	Wassergehalt			19,8	Proz.
7	Analysen,	Aschengehalt	von	7,0	bis	7,9	Proz.
8	„	„	„	8,0	„	8,9	„
20	„	„	„	9,0	„	9,9	„
10	„	„	„	10,0	„	10,9	„
2	„	„	„	11,0	„	11,9	„
3	„	„	„	12,0	„	12,9	„
4	„	„	„	13,0	„	13,6	„
54	Analysen,	durchschnittl.	Aschengehalt			9,7	Proz.
3	Analysen,	Gehalt an organischer	Substanz	von	15,0	bis 19,9	Proz.
21	„	„	„	„	20,0	„ 24,9	„
17	„	„	„	„	25,0	„ 29,9	„
5	„	„	„	„	30,0	„ 34,9	„
2	„	„	„	„	35,0	„ 39,4	„
48	Analysen,	durchschnittlicher	Gehalt an	organ.	Substanz	25,6	Proz.

Ebenso wie die Zusammensetzung der Melasse innerhalb gewisser Grenzen schwankend ist, so ist auch die aus einem bestimmten Quantum verarbeiteter Rüben erzielte Ausbeute nicht gleich. In einem Jahre, wo die Rüben vortrefflich gediehen sind, wird verhältnismäßig wenig Melasse gebildet werden, im folgenden ungünstigeren Jahre mehr, je nach der Arbeitsmethode, je nach der größeren Sorgfalt in der Leitung des Betriebes fällt mehr oder weniger Melasse.

In den letzten beiden Jahren wurden nach steueramtlicher Feststellung in Rüben verarbeitenden Fabriken gewonnen:

1896/97 aus 137 216 011 mctr Rüben 17 388 846 mctr Rohzucker und 3 423 216 mctr Melasse
1897/98 aus 136 978 915 mctr Rüben 17 552 287 mctr Rohzucker und 3 444 801 mctr Melasse

oder aus 100 kg Rüben:

1896/97 12,66 kg Rohzucker und 2,49 kg Melasse
1897/98 12,79 „ „ „ 2,51 „ „

es betrug daher die Produktion an Melasse 1896/97 16,43 Proz., 1897/98 16,40 Proz. der Gesamtausbeute, wobei jedoch berücksichtigt werden muß, daß

1896/97 688 599 mctr Syrup = 0,50 Proz. der Rüben
1897/98 509 800 „ „ = 0,37 „ „ „

in den betr. Fabriken entzuckert worden sind.

Zu dieser Produktion kommt noch die Menge Melasse hinzu, welche in den Raffinerien gewonnen wurde und welche 1896/97 709 122 mctr, 1897/98 935 585 mctr betrug, und außerdem die sogenannte Restmelasse aus den selbständigen Entzuckerungsanstalten mit etwa 200 000 mctr, so daß wir gegenwärtig mit einer jährlichen Produktion von etwa $4^1/_2$ Millionen mctr Melasse zu rechnen haben.

Für eine derartige Menge ist die Spiritusbrennerei, welche früher die Hauptabnehmerin für Melasse war, nicht genügend aufnahmefähig, da ihr ohnedies in der Kartoffel ein überreiches Rohmaterial zur Verfügung steht; auch Frankreich, welches noch vor zehn Jahren sehr bedeutende Quantitäten deutscher Melasse importierte, hat sich derselben seitdem vollständig verschlossen.

Die Zuckerindustrie ist daher darauf angewiesen, die Melasse, so gut es geht, selbst zu verwerten. Dazu bietet sich, neben der Entzuckerung, noch ein anderer Weg, indem man sie als Viehfutter verwendet.

Lange Zeit konnte die Melassefütterung nicht zu allgemeinerer Verbreitung gelangen, weil zu derselben ein Aufwand von Aufmerksamkeit gehörte, der nicht in allen Wirtschaften gemacht wird. Während nämlich tägliche Rationen von nicht mehr als $2^1/_2$ kg Melasse pro Kopf von Arbeits- oder Mastochsen gut vertragen und reichlich verwertet werden, da der in derselben enthaltene Zucker ein höchst wertvolles Nahrungsmittel ist, treten bei Darreichung größerer Gaben leicht heftige Durchfälle ein, welche den Tieren mehr schaden, als ihnen das Futter nützt. Die Fütterungsversuche mit Melasse in flüssiger Form sind häufig deshalb ungünstig ausgefallen, weil die gleichmäßige Verteilung eines größeren Quantums derselben auf eine gewisse Anzahl von Tieren eine Intelligenz und Gewissenhaftigkeit voraussetzt, die beim Stallpersonale nicht immer zu finden ist; wird aber das eine Mal dem einen Tiere, anderntags dem anderen mehr Melasse zugeteilt, als ihm zukommt, so werden eben beide krank.

Es war daher ein glücklicher Gedanke, durch Vermischen von Melasse mit trocknen, pulverförmigen Substanzen Futtermittel herzustellen, deren Verteilung im Stalle eine ebenso leichte und bequeme ist, wie die Verteilung von Hafer, Ölkuchen und dergl. Zur Vermischung verwendet man mit Vorteil sogen. Kraftfuttermittel, wie Palmkuchenmehl, Baumwollkuchenmehl, getrocknete Malzkeime, getrocknete Biertreber und dergl. Da die in der Melasse enthaltenen stickstoffhaltigen Körper nicht als „Nährstoffe" betrachtet werden können, ist dieselbe ein sehr einseitiges Nahrungsmittel, welches erst durch die genannten proteïnreichen und fetthaltigen Zusätze einen universelleren Charakter erhält.

In den letzten Jahren wird auch Torfmehl (D. R.-P.) vielfach zum Vermischen mit Melasse verwendet; da dieses keinen Nährwert besitzt, ist eine Verfütterung von Melassetorfmehl nur einer reinen Melassefütterung gleich zu achten, bei der Kraftfuttermittel stets noch nebenbei gegeben werden müssen. Immerhin erreicht man mit dem Torfmehle den oben ausgesprochenen Zweck, die Zumessung der Rationen bei der Fütterung zu erleichtern.

Die Herstellung der Melassefuttermittel ist eine so einfache, daß über dieselben kaum etwas zu sagen ist; die erwärmte, möglichst konzentrierte Melasse wird einfach mit Krücken dem trockenen Futtermehle zugemischt.

Auch aus entzuckerten Schnitzeln und Melasse wird in einigen Fabriken ein Futtermittel dargestellt, indem nach Patent Wüstenhagen die Schnitzel mit Melasse durchtränkt und dann getrocknet werden.

Durch die Einführung aller dieser Futtermittel hat sich der Melassekonsum in der Landwirtschaft in den letzten Jahren ungemein gehoben und wird sich hoffentlich von Jahr zu Jahr mehr heben.

Die Verfütterung der Melasse ist die einzig richtige Lösung der Frage nach der Verwertung derselben, denn der Gewinn aus der Entzuckerung der Melasse, mag derselbe für die einzelne Fabrik so groß sein, wie er will, ist für die deutsche Zuckerindustrie, als Ganzes betrachtet, doch nur ein scheinbarer, so lange dieselbe mit einer so großen Überproduktion wirtschaftet, wie gegenwärtig. Die Vermehrung dieser Überproduktion durch den Melassezucker betrug im letzten Jahre fast 1 100 000 metr Raffinade. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Gesamteinnahme der deutschen Fabriken für Zucker im letzten Jahre eine höhere gewesen wäre, als es der Fall gewesen ist, wenn diese Menge den Markt nicht belastet hätte.

Auch für die so lange und eifrig ventilierte Frage wegen Zurückführung der dem Boden durch die Zuckerrübe entzogenen Pflanzennährstoffe ist die Melassefütterung die beste Lösung. Bei der Melasseentzuckerung mit Strontian wird wohl das Kali in der Schlempekohle wiedergewonnen, wenn auch nicht für den Landwirt, welcher die Rüben gebaut hat, hingegen geht der Stickstoff, für jetzt wenigstens, bei der Verkohlung der sog. Endlauge in den meisten Fabriken vollständig verloren; nur, wo die Melasseentzuckerung mit Rübenverarbeitung verbunden ist, ist eine vollständige Zurückführung der dem Boden entzogenen Nährstoffe möglich.

Die verschiedenen Methoden zur Entzuckerung der Melasse können nach den ihnen zu Grunde liegenden Prinzipien in vier Klassen eingeteilt werden:

I. Dubrunfaut's Osmose. Der Zucker wird von den die Kryſtallisation behindernden Nichtzuckerstoffen durch Dialyse getrennt.

II. Überführung des Zuckers in unlösliches Calciumsaccharat, welches durch Waschen mit Alkohol von Nichtzucker befreit wird:

Elution von Scheibler-Seyferth-Bodenbender, Eisfeld, Weinrich, Manoury, Fällungsverfahren von Drevermann, Soſtmann.

III. Umwandlung des Zuckers in unlösliches Calciumſaccharat, welches durch Waſchen mit Waſſer gereinigt wird. Subſtitutionsverfahren von Sebor-Steffen, Steffen'ſche Ausſcheidung.

IV. Umwandlung des Zuckers in Strontiumſaccharat, welchem durch Waſchen mit Waſſer die Nichtzuckerſtoffe entzogen werden.

Außerdem ſind in neuerer Zeit noch Methoden verſucht worden, bei denen der Zucker als Baryumſaccharat und als Bleiſaccharat aus der Melaſſe ausgefällt wird. Ob dieſelben eine Zukunft haben, läßt ſich jetzt noch nicht ſagen, doch werden wir nicht unterlaſſen, dieſelben am Schluſſe kurz zu beſprecheu.

Bei der Osmoſe erhält man, nach dem Verdampfen der dialyſierten Melaſſe, Rohzucker. Die unter II und III genannten Verfahren liefern zunächſt Zuckerkalk, der mit Rübenſaft weiter zu verarbeiten iſt. Die Strontianmethoden unterſcheiden ſich von den beiden vorhergehenden durch die dabei leicht zu erzielende chemiſche Reinheit ihres Produktes, die eine unmittelbare Verarbeitung der Melaſſe auf feinſten Konſumzucker geſtattet.

Die Mengen der nach den einzelnen Methoden verarbeiteten Syrupe ſind nach den Feſtſtellungen der Steuerbehörde:*)

	Osmoſe	Elution	Subſtitution	Ausſcheidung	Strontianverfahren in Rübenzuckerfabriken	Strontianverfahren in ſelbſtändigen Entzuckerungsanſtalten	Zuſammen
	metr	metr	metr	metr	metr	metr	metr
1891/92	509545	548476	22015	361149	14765	1116323	2572273
1892/93	259941	407767	18066	283687	1155728		2125189
1893/94	181470	270651	4239	263075	97190	1292979	2109604
1894/95	144389	255558	—	311760	100880	1443874	2256461
1895/96	223647	218357	—	285680	99535	1690854	2518073
1896/97	99689	192135	—	294575	102200	2107371	2795970
1897/98	66336	93095	—	247549	102820	2262862	2772662

*) In den Zuſammenſtellungen der Steuerbehörde finden ſich immer noch kleine Mengen von Melaſſe angegeben, die nach anderen Methoden entzuckert worden ſind. Wir haben dieſelben der Kürze wegen weggelaſſen.

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich, daß von den Melassemengen, welche in den verschiedenen Jahrgängen der Entzuckerung unterworfen wurden, verarbeitet wurden:

	in Rüben-zuckerfabriken	in selbständigen Melasse-Entzuckerungsanstalten.
1891/92	56,6 Proz.	43,4 Proz.
1892/93	45,7 „	54,3*) „
1893/94	38,7 „	61,3 „
1894/95	36,0 „	64,0 „
1895/96	32,9 „	67,1 „
1896/97	24,7 „	75,3 „
1897/98	18,4 „	81,6 „

Es zeigt sich demnach von Jahr zu Jahr immer mehr das Bestreben, die Entzuckerung der Melasse von der Rübenverarbeitung zu trennen und besonderen großen Fabriken zuzuweisen, so daß von den älteren Methoden eine nach der anderen, je nachdem ihre Rentabilität zurück geht, aus der Industrie verschwindet. Demgemäß können wir eine ganze Reihe von Entzuckerungsmethoden, welche noch in den früheren Auflagen dieses Werkes zu finden waren, als der Vergangenheit angehörend, unbesprochen lassen.

*) Diese Zahl ist etwas zu hoch, weil die Steuerbehörde in der Betriebsperiode 1892/93 die Strontianentzuckerungs-Anstalten, welche zugleich Rüben verarbeiten, nicht besonders angegeben hat.

Erstes Kapitel.

Die Osmose.

1. Wesen des Verfahrens.

Das Osmoseverfahren ist ein Diffusionsprozeß, bei welchem genau dieselben Vorgänge stattfinden, wie bei der Diffusion der Bestandteile der Rübenschnitte. Während dort die Zellmembran den Saft vom Wasser trennt und die diffundierenden Stoffe durch diese hindurchgehen, werden hier künstliche Zellen geschaffen, die so aneinander gelagert werden, daß durch die eine ununterbrochen ein Strom von Melasse geht, während durch die ihr zunächst befindliche, von ihr durch eine Membran getrennte, ein Wasserstrom fließt. Es werden daher diffundierbare Teile durch die Membran in das Wasser übertreten, während gleichzeitig Wasser durch die Membran in die Melasse gelangt.

Da, wie oben (S. 109) auseinandergesetzt, den einzelnen Körpern ein sehr verschiedenes Diffusionsvermögen zukommt, oder da die Zeit, in welcher eine gegebene Menge eines Körpers durch eine Membran hindurchgeht, eine sehr verschiedene ist, so kann man die Diffusion benutzen, um leicht diffundierbare von nicht diffundierbaren, um rasch diffundierende von langsam diffundierenden Körpern zu trennen. Ein aus einem nicht diffundierenden und einem diffundierenden Körper bestehendes Gemisch kann man geradeauf in seine Bestandteile zerlegen, der eine wird vollständig in das Wasser übergehen, der andere wird vollständig in dem die Zelle vertretenden Apparate zurückbleiben. Bei zwei Körpern von sehr verschiedener Diffusionsgeschwindigkeit wird der eine nach Ablauf einer gewissen Zeit, zum bei weitem größten Teile, in das Wasser übergetreten, der andere, zum bei weitem größten Teile, in dem Apparate verblieben sein.

In der Melasse haben wir Körper von sehr verschiedener Diffusionsfähigkeit, teils rasch diffundierende, wie gewisse Salze, teils langsamer diffundierende, wie Zucker, teils sehr schwer oder gar nicht diffundierende, Farbstoff, Schleim, arabinsaure Salze und dergl. Wäre die Diffusions-Geschwindigkeit der beiden ersten Gruppen eine sehr verschiedene, so würde man offenbar zuerst die Salze wegdiffundieren, man würde dann den Zucker in erneuertes Wasser diffundieren lassen, und endlich den von Zucker und Salzen befreiten Rest beseitigen können. Dem ist leider nicht so, die Verschiedenheit der Diffusionsgeschwindigkeit zwischen Salzen und Zucker ist nicht so groß, um hierauf eine glatt verlaufende Trennung begründen zu können. In Wirklichkeit verläuft der Prozeß in zwei Stadien: im ersten diffundieren die Salze mit wenig Zucker, im zweiten geht aus der salzarm gewordenen Flüssigkeit vorzugsweise Zucker in das umspülende Wasser über.

Bei der Arbeit unterbricht man deshalb den Prozeß nach dem ersten Stadium und erhält alsdann eine Melasse, aus welcher genügend Salze entfernt sind, um einen Teil des Zuckers nach erneuertem Verdampfen zur Kryställisation kommen zu lassen. Nachdem dieser durch Abschleudern von der Melasse befreit ist, hat man in der zweiten Melasse ein Material von annähernd gleicher Beschaffenheit wie die ursprüngliche. Diese läßt man zum zweitenmale diffundieren, wodurch ein weiterer Teil der Salze fortgeht; die Flüssigkeit wird wieder verkocht und liefert von neuem kryställisierten Zucker und abgeschleuderte Melasse, die durch eine dritte Diffusion wieder salzärmer gemacht, verdampft wird und nochmals Zucker giebt.

Man würde auf diese Weise offenbar die Gesamtmenge der Melasse aufarbeiten können, wenn es *allein die Salze* wären, welche die Kryställisationsfähigkeit des Zuckers beeinträchtigen. Da aber außerdem andere, nicht diffundierbare Körper vorhanden sind, welche dieselbe Eigenschaft haben, so werden diese zuletzt so überwiegen, daß nunmehr durch eine weitere Entfernung der Salze kein Nutzen mehr geschafft werden kann, daß endlich eine *Restmelasse* verbleibt, die zu beseitigen ist.

2. Der Osmoseapparat.

In dem von *Dubrunfaut* erfundenen, 1863 in französischen Fabriken zuerst angewandten Apparate, welchen er *Osmogen* genannt hat, sind die Zellmembranen durch Bogen von Pergamentpapier ersetzt,

welche in einem Abstande von 25 mm zwischen hölzerne Rahmen gelegt werden. Der innere Raum der Rahmen hat 50 cm Höhe und 100 cm Breite. Er dient zur Aufnahme der der Osmose, Diffusion, Dialyse zu unterziehenden Flüssigkeit. Zu diesem Behufe wird der eine Rahmen, oder die eine Zelle, mit Wasser, die nächste mit Melasse, die dritte wieder mit Wasser, die vierte mit Melasse u. s. w., immer abwechselnd eine mit Wasser, eine mit Melasse, gefüllt. Ein solcher Rahmen ist in Fig. 221 dargestellt. In der breiten Seite desselben sind oben und unten je zwei längliche Öffnungen *a a'* und *b b'* angebracht. Denkt man sich eine größere Anzahl solcher Rahmen dicht nebeneinander gestellt, so bilden diese Öffnungen vier Röhren, die zum

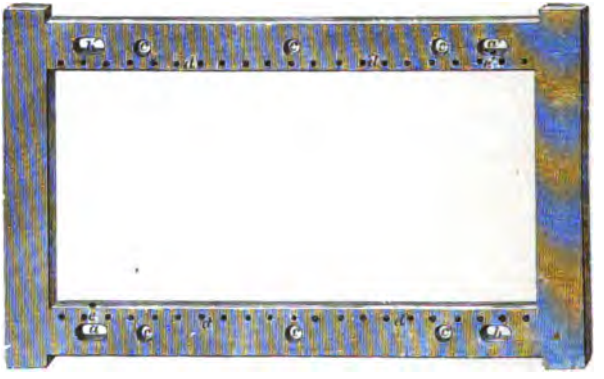


Fig. 221. Osmoserahmen.

Zuleiten und Ableiten der Flüssigkeiten dienen. Außerdem sind oben und unten je drei Öffnungen *c c* vorhanden, durch welche ebensoviele eiserne Stäbe gesteckt werden, an deren Enden Schraubengewinde geschnitten sind. Durch Aufziehen von Schraubenmuttern werden die Rahmen, nachdem zwischen je zwei derselben ein Bogen Pergamentpapier gelegt ist, fest zusammengepreßt, wodurch ein dichter Schluß hergestellt wird. Die zahlreichen kleinen Öffnungen *d d* dienen dazu, um Bindfaden von unten nach oben quer über den Innenraum der Zelle zu spannen. Die Fäden bilden eine Unterlage für die Pergamentpapierbogen, sichern dadurch den gegenseitigen Abstand derselben und verhindern, daß sie durch Ausbauchung in den Innenraum der Zelle gedrückt werden.

Rechtwinkelig gegen die Öffnung *a* und *a'* ist durch die Wandstärke des Rahmens je eine Öffnung *e* und *e'* gebohrt. Wird nun, nachdem sämtliche Rahmen des Apparates zusammengestellt und gedichtet sind, in das durch die sämtlichen Öffnungen *a* gebildete Rohr an einem Ende Melasse zugeleitet, während das andere Ende verschlossen ist, so wird diese durch die Öffnung *e* in die Höhe steigen, den Innenraum der Zelle erfüllen und durch *e'* in das dem Zuflußrohre schräg gegenüber liegende Abflußrohr *a'* fortgeleitet werden. Durch das Rohr, welches durch die Öffnungen *b'* gebildet wird, wird Wasser zugeführt, dieses kann aber in die Melassezellen nicht eindringen, weil dieses Rohr nicht mit deren Innenraume in Verbindung steht. Dafür ist aber in den Rahmen der nächsten Zelle eine Verbindung von *b* und *b'* mit dem Innenraume der Zelle durch eine Bohrung hergestellt, durch welche das durch *b'* zugeleitete Wasser in deren Innenraum gelangt, und eine solche, durch welche es durch *b* abfließt. Da alle Rahmen auf gleiche Weise hergerichtet sind, und da die Zusammenstellung immer so geschieht, daß auf einen Rahmen, dessen Öffnungen *a* und *a'* mit dem Innenraume in Verbindung stehen, ein solcher folgt, dessen Öffnungen *b* und *b'* mit dem Innenraume kommunizieren, so wird abwechselnd eine Zelle mit Melasse, die andere mit Wasser sich füllen, und es werden durch die Anordnung der Öffnungen zwei sich entgegengesetzte Strömungen entstehen, der eine, der Melasseström, wird sich von links nach rechts aufwärts bewegen, während der andere, der Wasserstrom, von links nach rechts abwärts geht, wodurch immer neue Wassermengen mit neuen Melassemengen, beide durch die Membranen getrennt, in Wechselwirkung treten können.

Man hat versucht, den Weg der Flüssigkeitsströme durch drei quer durch die Breite des Innenraumes in gleichmäßigen Abständen angebrachte Leisten, welche wechselweise an dem einen und dem anderen Ende eine Öffnung haben, zu verlängern. Es wird hierdurch der Innenraum jeder Zelle in vier Räume geteilt, welche sämtlich nacheinander von der betreffenden Flüssigkeit passiert werden müssen, ehe diese abläuft. Ein wesentlicher Erfolg ist jedoch durch diese Einrichtung nicht erzielt worden.

Bei der Zusammenstellung des ganzen Apparates sind gleichfalls manche Abänderungen gemacht, deren einzelne Aufführung nicht erforderlich ist. Als Beispiel gelte der in Fig. 222 und 223 darge-

stellte Patentwendeapparat der Halle'schen Maschinenfabrik und Eisengießerei.

In demselben sind die Rahmen, welche die Wasserzellen bilden, mit ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 ꝛc., die der Melassezellen mit geraden Zahlen 2, 4, 6, 8 ꝛc. bezeichnet, der ganze Apparat umfaßt 25 Melassezellen und 26 Wasserzellen, immer zwischen je zwei Wasserzellen eine

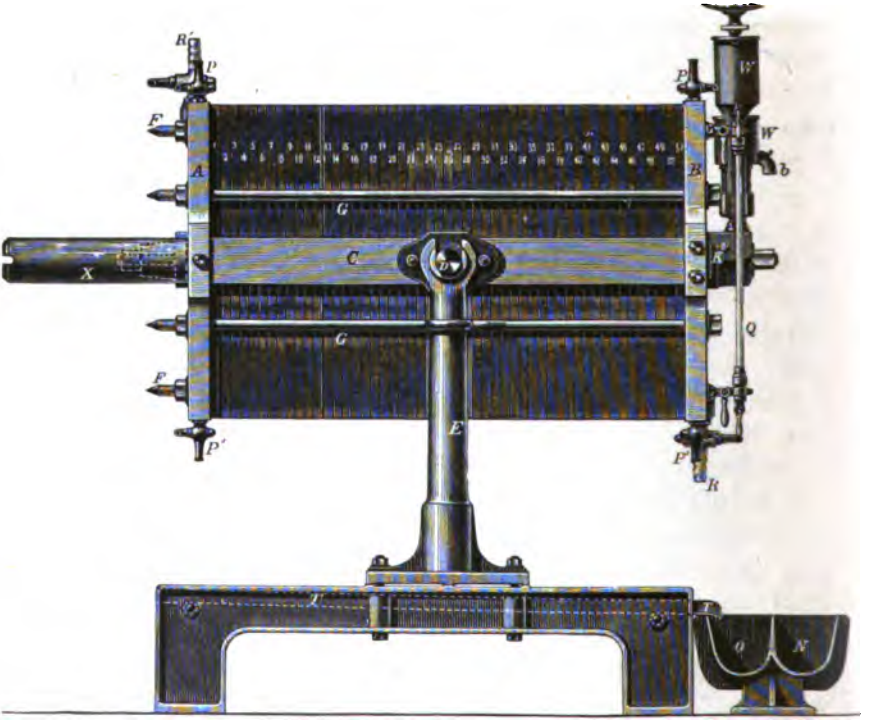


Fig. 222. Osmose-Wendeapparat, Längsansicht.

Melassezelle. Die einzelnen Zellen werden durch die beiden starken gußeisernen Kopfstücke *A B*, die durch zwei breite, eiserne Schienen *C* verbunden sind, zusammengehalten. In der Mitte der beiden Schienen *C* sind Zapfen *D* angebracht, um deren Achse der ganze Apparat drehbar ist. Die Zapfen werden von den eisernen Säulen *EE'* getragen. Die sechs eisernen, an den Köpfen mit Verschraubungen versehenen eisernen Stäbe *F'* werden durch die Öffnungen *c* der Rahmen geschoben, durch

Anziehen der sich gegen die Kopfstücke *A* und *B* legenden Schraubenmuttern wird der Schluß der Zellen gesichert. Die seitlich von den Zellen befindlichen eisernen Stäbe *G* verhindern eine Verschiebung der Rahmen. Um einem Umkippen des Apparates vorzubeugen, ist durch die Verlängerung des einen Zapfens *D* der Stift *H* geschoben, welcher in eine an dem Träger *E'* angegossene Öse *J* greift.

In dem Kopfstücke *B* sind vier röhrenförmige Kanäle *a b a' b'* eingearbeitet, von denen das obere Ende von *b'* und *a'* und das untere Ende von *a* und *b* mit den durch die gleichnamigen Öffnungen der Rahmen gebildeten Röhren in Verbindung stehen. In dem Kopfstücke *A* finden sich dieselben Röhren, aber mit dem Unterschiede, daß hier ihr Verlauf der umgekehrte ist, so daß bei der in der Zeichnung dargestellten Lage des Apparates das Ende von *b'* und *a'* abwärts, das Ende von *a* und *b* aufwärts gerichtet ist. Am Kopfstücke *A* sind die der Mitte zugekehrten Enden der Kanäle, in der gegenwärtig angenommenen Lage des Apparates, durch eine sie sämtlich bedeckende, fest angeschraubte Eisenplatte gedichtet, wodurch jede Verbindung derselben abgeschnitten wird. An dem Kopfstücke *B* ist das eiserne Armaturstück *K* vor die Öffnungen der vier Kanäle geschraubt und in diesem befinden sich vier nach aufwärts gerichtete, unten geschlossene Bohrungen, die sich wieder an die Kanäle anlegen. Auf diese sind die Einlauftrichter *W* und *M* und die Ausflußstutzen *W'* und *M'* befestigt.

Läßt man in *W* Wasser und in *M* Melasse einfließen, so werden diese in der Richtung der Pfeile ihren Verlauf nehmen, das Wasser fließt aus dem Trichter *W* durch das Trichterrohr *b'* in das im Armaturstücke befindliche gleichnamige Rohr, durch den im Kopfstücke angebrachten Kanal, in die durch die Öffnungen der Rahmen gebildete Röhre und tritt durch die entsprechenden Verbindungsröhren in das Innere der Wasserzellen ein, durchläuft diese und kehrt durch das, durch die Öffnungen *b* der Rahmen gebildete Rohr, an der rechten Seite unten zum Kopfstücke *B* zurück, steigt durch den Kanal *b* im Kopf- und Armaturstücke in die Höhe, in den Wasserablaufstutzen *W'* und wird durch ein an dessen Auslaufschnauze *b* befestigtes Kautschukrohr in die Rinne *N* geleitet.

Die Melasse nimmt den entgegengesetzten Weg. Sie fließt in den Trichter *M*, aus dessen Trichterrohr *a'* durch das Armatur- und Kopfstück, in das durch die links unten befindlichen Öffnungen *a* der

Rahmen gebildete Rohr, durch die Kommunikationslöcher desselben in den Innenraum der Melassezellen, durchströmt diese und kehrt dann durch das rechts oben befindliche, durch die Öffnungen a' der Rahmen gebildete Rohr zum Kopf- und Armaturstücke zurück, steigt aufwärts in den Auslaufstutzen M' und läuft durch ein an dessen Auslaufschnauze a' befestigtes Kautschukrohr in die Rinne O.

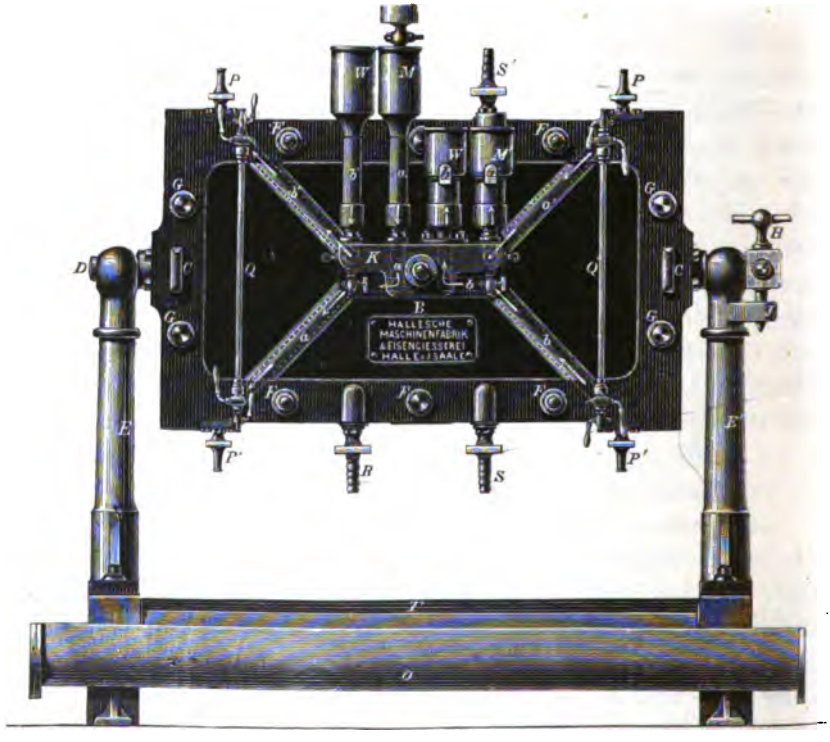


Fig. 223. Osmose-Wendeapparat, Stirnseite.

An den vier Ecken der beiden Kopfstücke befinden sich die vier Hähne $P\,P$ und $P'\,P'$, diese sind in Öffnungen, welche in vertikaler Richtung auf den horizontal verlaufenden Teil der Kanäle a, b, a' und b' stoßen, eingeschraubt. Während des Betriebes sind die aufwärts gerichteten Hähne geöffnet und lassen die im Apparate befindliche Luft entweichen.

In Bohrungen, welche in horizontaler Richtung durch das Kopfstück B auf die Öffnungen $a\,b'$ und $b\,a'$ der Rahmen führen, sind die Flüssigkeitsstandröhren Q und Q' mit ihren Verbindungsröhren und Absperrhähnen gesetzt. Sie lassen jederzeit den Stand der Flüssigkeit in den Melasse- und Wasserzellen erkennen und zwar Q den der Melassezellen, Q' den der Wasserzellen. Bei der in der Zeichnung angegebenen Stellung des Apparates ist der Hahn, welcher die Verbindung von Q mit b', und der, welcher die Verbindung von Q' mit a' vermittelt, verschlossen, dagegen sind die darüber befindlichen Lufthähne geöffnet.

Endlich stehen noch, durch in den Kopfstücken anbebrachte Bohrungen, die Melassekanäle mit den Hähnen R und R', die Wasserkanäle mit den Hähnen S und S' in Verbindung. Durch Öffnen der nach abwärts gerichteten Hähne können sämtliche Kanäle und Innenräume der Zellen gänzlich geleert werden.

Um bei etwa vorkommenden Undichtheiten Verluste zu vermeiden, liegt unterhalb des ganzen Apparates die flache, etwas geneigte Schale T, deren Ausfluß der Melasserinne Q zugekehrt ist; durch diese Schale wird alle auslaufende Flüssigkeit der Melassenrinne zugeführt und kann so gewonnen werden.

3. Zusammenstellung des Apparates.

Bei der Zusammenstellung des Apparates dreht man ihn so weit, bis das Kopfstück B in horizontaler Lage nach unten gerichtet ist; das Kopfstück A wird abgenommen, die Eisenstäbe F und G werden durch Stützen gehalten. Nun schiebt man den mit Bindfaden bespannten Wasserrahmen 51 über die nach oben gerichteten Eisenstäbe F und läßt ihn auf diesen herabgleiten, bis er sich auf das Kopfstück B legt. Darauf folgt ein Bogen Pergamentpapier von gleicher Größe wie die Rahmen, an dessen Rand den Öffnungen der Rahmen entsprechende Löcher ausgeschnitten sind. Auf das Pergamentblatt wird der Melasserahmen 50 gelegt, darauf folgt wieder ein Bogen Pergamentpapier, dann der Wasserrahmen 49, ein Bogen Pergamentpapier, der Melasserahmen 48, ein Bogen Pergamentpapier, der Wasserrahmen 47 u. s. f., bis endlich der Wasserrahmen 1 eingefügt ist; dann wird auch das Kopfstück A über die Eisenstäbe F und G geschoben und der Schluß

des Ganzen durch kräftiges Anziehen der Schrauben gesichert, worauf der Apparat mittels der Handhaben *X* in die in den Zeichnungen dargestellte horizontale Lage gebracht und, durch Einschieben des Stiftes *H* in die Öse *J*, befestigt wird.

Am Kopfstücke *A* wird alsdann die Schlußplatte und am Kopfstücke *B* das Armaturstück mit den Trichtern angeschraubt, worauf der Apparat, nachdem allen Hähnen die richtige Stellung gegeben ist, zum Gebrauche fertig ist.

Bei der Zusammenstellung hat man darauf sorgfältigst zu achten, daß die Wasser- und Melasserahmen in regelmäßiger Abwechselung aufeinander folgen, daß nie ein Wasserrahmen an Stelle eines Melasserahmens komme und umgekehrt, weil sonst in die entsprechende Melassezelle Wasser einströmen, oder in die Wasserzelle Melasse gelangen würde, wodurch die ganze Arbeit verfehlt werden würde. Um Verwechselungen vorzubeugen, oder wenn sie begangen sein sollten, sie auf den ersten Blick erkennen zu können, giebt man dem äußeren Rande der Rahmen einen recht in die Augen fallenden Farbenanstrich, z. B. allen Melasserahmen von roter, allen Wasserrahmen von grüner Farbe. Ein Blick auf den fertig zusammengestellten Apparat genügt dann, um sich die Gewißheit zu verschaffen, daß alles in Ordnung sei; folgen sich einmal drei rote oder drei grüne Rahmen, so ist an der betreffenden Stelle ein Melasserahmen oder ein Wasserrahmen zu viel eingelegt, worauf sofort der Apparat, ehe er benutzt wird, bis auf die betreffende Stelle auseinander genommen, und der falsch eingelegte Rahmen ausgewechselt werden muß.

Auf die Auswahl des Pergamentpapiers ist die allergrößte Rücksicht zu nehmen. Jeder Bogen, welcher, gegen ein hell erleuchtetes Fenster gehalten, die kleinste Öffnung zeigt, ist unbedingt zu verwerfen, da durch ein solches Loch eine direkte Strömung der Flüssigkeit stattfinden würde, die den Erfolg der Diffusion vernichten und Verluste herbeiführen würde. Es muß daher, während der Zusammenstellung des Apparates, jeder einzelne Bogen vor dem Einlegen genau untersucht werden.

4. Die Arbeit am Osmoseapparat.

Die Arbeit an einem frisch zusammengestellten Apparate hat immer mit einer Prüfung auf seine Dichtigkeit zu beginnen. Zu dem Behufe

läßt man in die Trichter W und M heißes Wasser einfließen, bis dieses den Apparat ganz erfüllt und durch W' und M' gleichmäßig abläuft. Der gefüllte Apparat bleibt einige Minuten unter Beobachtung. Sollte sich eine undichte Stelle zeigen, so ist in den meisten Fällen durch Anziehen der Schrauben auf den durchgehenden Stangen ein besserer Schluß zu erzielen; läßt sich dieser nicht erreichen, so ist der Apparat auseinander zu nehmen und an Stelle des schadhaften ein anderer Rahmen zu setzen. Erweist sich der Apparat als dicht, dann entleert man ihn durch Öffnen der beiden Hähne R und S und läßt durch W Wasser, durch M Melasse einfließen.

Da die Diffusion durch höhere Temperatur sehr beschleunigt wird, so arbeitet man immer mit heißen Flüssigkeiten; sowohl in das Reservoir für Wasser, wie in das Melassereservoir legt man ein Heizrohr und erhält die Temperatur der Melasse konstant auf 80° C., die des Wassers auf 90° C.

Der Zufluß des Wassers, wie der Melasse, muß möglichst gleichmäßig geschehen und darf durch den bei der allmählichen Entleerung der Reservoirs sich verringernden Druck der Flüssigkeitssäulen nicht beeinflußt werden, es sind daher die Ausflußhähne der Reservoirs mit einer sich selbstthätig regulierenden Vorrichtung, einem Schwimmerhahne, zu versehen, durch welchen, bei langsamer werdendem Abflusse, der Hahn weiter geöffnet, bei zu starker Ausströmung geschlossen wird.

Zur Fernhaltung von mechanischen Verunreinigungen, Holzstückchen und dergleichen befindet sich in dem oberen Teile des Melasse- und des Wassertrichters ein feinmaschiges Sieb, auf dem die fremden Körper zurückgehalten werden. Es wird dadurch einer Verstopfung der Kanäle und Röhren, welche in den Innenraum der Zellen führen, vorgebeugt. Zweckmäßiger läßt man die Melasse, vor ihrem Eintritte in den Apparat, von unten aufsteigend, durch ein mit Kies gefülltes Filter passieren.

Die Geschwindigkeit, mit welcher man die Melasse durch die Zellen gehen lassen kann, und das Verhältnis von Wasser und Melasse läßt sich im voraus nicht bestimmen. Beides muß nach der Beschaffenheit der Melasse sich richten und kann erst durch den Erfolg bestimmt werden. Im allgemeinen kann man auf einen normalen Verlauf rechnen, wenn die ausfließende Melasse, mit einem für die Temperatur von 75° C. kalibrierten Saccharometer gewogen, 35 bis 40° Bx.,

das ausfließende Wasser 3° Bx. zeigt; oder wenn das Volum der einfließenden Melasse sich zu dem des Wassers wie 1 : 5 verhält.

Die rein mechanische Arbeit während des Osmosierens ist gleich Null, es kann ein Arbeiter mit Bequemlichkeit sechs bis neun Apparate bedienen. Um so viel mehr geistige Überwachung erfordert das Verfahren, namentlich bei der Verarbeitung neuer Melassen, deren Verhalten man noch nicht kennt. Man beginnt dann damit, die beiden Ströme der Flüssigkeit so zu regulieren, daß auf einen Teil Melasse etwa fünf Teile Wasser kommt. Nach kurzer Zeit des Ablaufs nimmt man eine Probe der beiden Flüssigkeiten, bestimmt in denselben mit dem Saccharometer den Gehalt an Trockensubstanz, mittels des Polarisationsapparates den Zuckergehalt und ermittelt aus beiden den Reinheitsgrad.

Bei einem guten Gange des Apparates sollte die abfließende Melasse einen Reinheitsgrad oder Quotienten von möglichst annähernd 70, das abfließende Wasser einen Reinheitsgrad 30 haben, auf alle Fälle sollte man darauf halten, daß der Reinheitsgrad oder Quotient der abfließenden Melasse mindestens um die Zahl 6 höher steht als der der einfließenden Melasse. Die Erhöhung des Reinheitsgrades der Melasse auf 70 ist scheinbar ein geringer Gewinn, doch genügt sie, um die Melasse von neuem zum Kryſtallisieren zu bringen. Würde man dahin arbeiten, eine höhere Zahl zu erlangen, so würde man dieses nur unter so hohem Verlust von Zucker erreichen, daß der Vorteil gänzlich verloren gehen würde. Man hat sich daher mit dieser erreichbaren Grenze genügen zu lassen und kann in hohem Grade befriedigt sein, wenn man im regelmäßigen Betriebe immer so weit kommt. Ergiebt sich ein geringerer Reinheitsgrad, so verstärkt man den Wasserstrom oder verringert den Melassestrom. Wird der Zuckergehalt im abfließenden Wasser zu hoch, erreicht derselbe 1 Proz. oder darüber, so ist der Wasserstrom zu verstärken.

Hat man einmal für seinen Melassevorrat das richtige Verhältnis festgestellt, dann kann man sich von der Saccharometeranzeige der ablaufenden Flüssigkeiten leiten lassen, und es hat der Arbeiter nur darauf zu achten, daß die in den beiden Ablaufstutzen schwimmenden Saccharometer immer den bestimmten Stand zeigen. Als Beispiel für einen normalen Verlauf der Arbeit mögen folgende Zahlen gelten, die den Jahresdurchschnitt einer gut geleiteten Fabrik darstellen:

Einfließende Melasse:
70,10 Proz. Saccharometeranzeige,
43,77 „ Zucker,
62,43 Reinheitsgrad.
Abfließende Melasse:
33,71 Proz. Saccharometeranzeige,
23,86 „ Zucker,
70,78 Reinheitsgrad.
Abfließendes Wasser:
2,96 Proz. Saccharometeranzeige,
0,82 „ Zucker,
27,70 Reinheitsgrad.

Als Beispiel eines ungünstigen Verlaufs der Osmose seien dagegen folgende Zahlen angeführt:

Einfließende Melasse:
80,7 Proz. Saccharometeranzeige,
51,98 „ Zucker,
64,4 Reinheitsgrad.
Abfließende Melasse:
35,4 Proz. Saccharometeranzeige,
23,7 „ Zucker,
67,0 Reinheitsgrad.

In diesem Falle ist der Reinheitsgrad daher nur um 2,6 verbessert, die Melasse aber in sehr hohem Maße verdünnt worden.

Nach einiger Zeit des Gebrauches des Apparates, gewöhnlich nach 24 Stunden, nimmt die Reinheit der abfließenden Melasse nur wenig zu. Es hat sich dann eine Kalkschicht auf dem Papiere gelagert, welche den Durchgang der Bestandteile der Flüssigkeiten hemmt. Diese Ablagerung tritt in größter Masse in der Nähe der Einflußöffnungen in den Melassezellen auf, und um diese unschädlich machen zu können, ist der Wendeapparat konstruiert.

Nachdem man die Zellen entleert hat, nimmt man das Armaturstück der Kopfplatte *B* mit den Trichtern ab, dreht den ganzen Apparat um seine Achse, bis das Kopfstück *A* nach vorn kommt, entfernt von diesem die Schlußplatte und setzt an deren Stelle das Armaturstück mit den Trichtern, während die Schlußplatte nun auf die, durch die Entfernung des Armaturstückes frei werdenden Öffnungen des Kopfstückes *B*

geschraubt wird. Durch diese Drehung kommen die vorher unten befindlich gewesenen Seiten der Zellen nach oben und die einströmende Melasse findet die reineren Stellen des Pergamentpapieres.

Zur Beseitigung des auf dem Papiere abgelagerten Kalkes kann man auch nach der Enleerung der Zellen einen Strom sehr verdünnter Salzsäure hindurch passieren lassen. Man läßt durch beide Einlauftrichter Wasser fließen und setzt demselben in kleinen Mengen für jeden Apparat 0,5 bis 1 l Salzsäure zu. Der so gefüllte Apparat bleibt kurze Zeit stehen, wird dann mit heißem Wasser ausgewaschen und ist so zu neuem Gebrauche fertig.

Man kann auch zur besseren Ausnutzung des Pergamentpapieres so verfahren, daß man beim Umwenden des Apparates die Melassezellen zu Wasserzellen und die Wasserzellen zu Melassezellen macht, um so beide Seiten des Papierblattes nacheinander der Melasse zuzukehren. Selbstverständlich ist dann den Kanälen der einen Kopfplatte ein dementsprechender Verlauf zu geben.

Unter allen Umständen bleibt die Dauer der Benutzbarkeit des Pergamentpapiers eine beschränkte. Sobald sich aus der Untersuchung des abfließenden Wassers ergiebt, daß der Prozeß nicht mehr normal verläuft, ist die Arbeit zu unterbrechen und der Apparat mit neuem Papiere zu versehen.

Die verschiedenen Melassen verhalten sich beim Osmosieren nicht gleich. Während die einen leicht die Zunahme des Reinheitsgrades erreichen lassen, gelingt dies bei anderen sehr schwer. Der Grund dieser Verschiedenheit ist, nach Dubrunfaut, darin zu suchen, daß die meisten Melassen vorzugsweise Salze der Alkalien, andere vorwiegend Kalksalze enthalten. Die Salze der Alkalien diffundieren weit rascher als die des Kalkes, die Kalksalze diffundieren sogar langsamer als der Zucker. Eine an Kalksalzen reiche Melasse wird daher kaum eine Verbesserung des Reinheitsgrades, wohl aber große Zuckerverluste ergeben können. Als Mittel der Abhilfe empfiehlt Dubrunfaut, einen Zusatz von Soda zu machen, um dadurch die Kalksalze in leicht diffundierbare Natronsalze zu verwandeln.

Derselbe Zweck wird aber, nach Meyer, auch erreicht, wenn man die Melasse mit etwas Salzsäure versetzt, da die dadurch gebildeten sauren Salze besser diffundieren als die in der Melasse enthaltenen neutralen Salze. Dem Überwiegen der Kalksalze in der Melasse wird

aber immer am sichersten dadurch vorgebeugt, wie hier nochmals hervorgehoben werden mag, wenn man schon beim Dicksafte auf die Entfernung des Kalkes hinarbeitet, wenn man vor der zweiten Filtration die Behandlung mit Phosphorsäure (?) vornimmt, oder auf andere Weise, durch neue Saturation mit Kohlensäure oder mit schwefeliger Säure, für die Beseitigung der Kalksalze sorgt.

Von großem Einflusse auf den Verlauf der Osmose ist endlich noch die Qualität des anzuwendenden Wassers. Da der Übergang der diffundierbaren Stoffe aus der Melasse in das Wasser dadurch bedingt ist, daß im Wasser diese Stoffe fehlen, da die Diffusionsgeschwindigkeit mit der Vermehrung der diffundierbaren Moleküle in dem Wasser abnimmt, da die Diffusion endlich ganz aufhört, wenn die Zahl der diffundierbaren Moleküle im Wasser und in der der Diffusion unterworfenen Flüssigkeit gleich ist, so ist es klar, daß man um so günstiger arbeiten wird, je reiner das Wasser ist. Da ferner durch die Osmose vorzugsweise Salze fortgeschafft werden sollen, so kommt es hier darauf an, ein von Salzen möglichst freies Wasser zu haben. Es würde ein thörichtes Unternehmen sein, wenn man die Osmose da einführen wollte, wo man auf die Benutzung eines salzreichen Wassers angewiesen ist. Weniger nachteilig ist die Gegenwart organischer Substanzen im Wasser, wenn diese nicht bereits in Gärung oder Fäulnis begriffen sind, da diese der Diffusion der Salze der Melasse kein Hindernis bereiten. Man wird sich daher ganz unbedenklich des heißen Wassers aus dem Kondensator des Verdampfapparates und des Vakuums, welches durch Spuren von übergerissenem Safte verunreinigt ist, bedienen können. Man hat damit eine sich sonst nicht bietende Verwendung für dieses Wasser und nutzt zugleich dessen Wärme aus. Noch besser eignet sich das Kondens- und Brüdenwasser der Verdampfapparate. Von besonderem Nachteile ist hartes Wasser, weil die darin gelösten Bikarbonate der alkalischen Erden, in Berührung mit der alkalischen Melasse, als unlösliche Niederschläge von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia auf dem Pergamentpapiere abgeschieden werden, wodurch dieses mit einer Kruste, durch welche die fortzuschaffenden Körper nicht hindurch dringen können, bedeckt wird. Ist man auf die Benutzung eines derartigen Wassers angewiesen, so sollte man es vor dem Gebrauche einer chemischen Reinigung, z. B. nach de Haën's Verfahren, unterziehen. Die darauf zu verwendenden Kosten werden mehr

als reichlich durch Minderverbrauch an Pergamentpapier und besseren Erfolg der Osmose aufgewogen.

5. Weitere Behandlung der osmosierten Melasse.

Die aus dem Osmoseapparate abfließende Melasse wird unmittelbar in das Vakuum eingezogen.

Beim Kochen verfährt man wie bei dem der Syrupe der Nachprodukte, man läßt die Füllmasse bei schwacher Fadenprobe ab und bringt sie in großen Behältern in einem Raume, dessen Temperatur konstant auf 45° C. erhalten wird, zur Kryſtallisation.

Bei dieser hohen Wärme erfolgt die Kryſtallisation ganz langsam und allmählich.

Hierauf ist großes Gewicht zu legen, da es nur dadurch gelingt, große und gut ausgebildete Kryſtalle zu erzielen. Auch darf die Kryſtallisation nie zu früh unterbrochen werden, um alle vorhandenen kleinen Kryſtalle möglichst auswachsen zu lassen. Durchschnittlich sind drei bis vier Wochen für die Beendigung der Kryſtallisation erforderlich.

Würde man früher zum Ausschleudern schreiten, so würde man doppelten Nachteil haben, es würden die kleinen Kryſtalle durch die Öffnungen des Centrifugensiebes gehen und nicht gewonnen werden; beim zweiten Osmosieren würde man, wenn bei der Untersuchung der Melasse auf die Anwesenheit dieser Kryſtalle keine Rücksicht genommen ist, sich Täuschungen hingeben, man würde eine Wertverbesserung der Flüssigkeit zu sehen glauben, die aber nicht durch ein Reinerwerden, sondern dadurch herbeigeführt ist, daß die Zuckerkryſtalle in der in den Melassezellen verdünnter werdenden Flüssigkeit sich lösen und so scheinbar ein besseres Verhältnis zwischen Zucker und Salz herstellen.

Die abgeschleuderte Melasse wird wieder wie vorher behandelt, sie kommt in den Osmoseapparat zurück, giebt von neuem Salze ab und dieses wird so oft wiederholt, bis man schließlich eine Melasse erhält, deren Reinheitsgrad durch fernere Behandlung nicht mehr zu verbessern ist, oder die nach erneuerter Osmose keine lohnende Ausbeute an kryſtallisiertem Zucker mehr liefert.

Ob dies nach der dritten Osmosierung eintritt, oder ob man weiter arbeiten kann, wird immer von der Beschaffenheit der Melasse abhängen, bei Rohzuckermelassen wird man meistens mit der dritten Osmose die Arbeit einstellen und die dann verbleibende Melasse, die

immer noch sehr reich an Zucker ist, annähernd prozentisch ebensoviel Zucker wie die ursprüngliche enthält, an Spiritusfabriken abgeben.

Dubrunfaut empfiehlt, die Osmosierung nicht mit der eigentlichen Melasse, sondern bereits mit dem Syrupe vom zweiten Produkte vorzunehmen. Es ist unzweifelhaft, daß man dadurch die Ausbeute an osmosiertem Produkte erhöhen kann, da das in Arbeit genommene Material weit reicher an Zucker ist, als bei einer möglichst ausgearbeiteten Melasse. Ob dieses Verfahren aber zweckmäßig ist, ist eine andere Frage; bei der Osmosierung des Syrups geht immer ein gewisser Prozentsatz des Zuckers verloren, und an diesen Verlusten nimmt auch derjenige Zucker teil, den man bei Verwendung eines reineren Syrups durch nochmalige Kryſtallisation hätte erhalten können. Es dürfte als allgemeiner Grundsatz aufzustellen sein, daß ein mit Verlusten verbundenes Verfahren, soweit wie thunlich, auf einen möglichst kleinen Bruchteil des Materiales zu beschränken ist. Dies gilt ganz besonders von der Osmose, bei welcher die Zuckerverluste größer sind als bei jedem anderen Entzuckerungsverfahren. Die Gesamtmenge des durch Kryſtallisation abscheidbaren Zuckers halte man fest, denn ein großer Teil des in den Osmoseapparat einfließenden Zuckers geht mit dem Wasser verloren.

Nach einer späteren Erfindung läßt Dubrunfaut sogar den Ablaufsyrup vom ersten Produkte, nachdem derselbe mit 10 Proz. Kalkmilch von 25° Baumé versetzt ist, zur Osmose gehen und will damit alle Alkalisalze fortschaffen und eine Arbeit ohne Melassenbildung einführen; auch läßt er den osmosierten Syrup nicht direkt auf Füllmasse verarbeiten, sondern mischt ihn mit dem Scheidesafte. Ist schon die Osmosierung des Syrups vom zweiten Produkte mit erheblichen Verlusten an Zucker verknüpft, so werden die Zuckerverluste bei dieser neuen Arbeitsweise sicher noch weit mehr gesteigert. Gleiches gilt von dem Keyr-Melichar'schen Verfahren der Entzuckerungsmethode ohne alle Nachprodukte, bei welchem der vom ersten Produkte abgeschleuderte Syrup osmosiert und der osmosierte Syrup mit Rübensaft gemeinschaftlich einer neuen Scheidung und Saturation unterzogen wird.

6. Das Osmosewasser.

Das Abflußwasser der Osmoseapparate findet seine natürlichste Verwendung zum Düngen der Felder, denen es mit Jauchewagen oder

sonstigen Verteilungsvorrichtungen, in Mengen von 30 bis 32 cbm auf ein Hektar, zugeführt wird. Am besten wird es zu der Vorfrucht der Rüben verwandt, da ein großer Teil seiner Bestandteile dann doch der Rübe zu gute kommt. Eine direkte Düngung des Rübenfeldes mit Osmosewasser ist dagegen nicht empfehlenswert.

In manchen Fabriken wird das Osmosewasser bis zum Syrup eingedampft, der an andere Fabriken zur Darstellung von Spiritus und Pottasche (Schlempekohle) abgegeben wird.

7. Vorteile und Nachteile des Osmoseverfahrens.

Ein Hauptvorteil des Osmoseverfahrens besteht in seiner leichten Einführbarkeit. Es bedarf keiner großen Räumlichkeiten, die zu verwendenden Apparate sind einfach und wenig kostspielig. Für eine Verarbeitung von 125000 mctr. Rüben reichen sechs Apparate zum Osmosieren der Melasse aus, außerdem sind Reservoirs für Wasser und Melasse und einige Röhrenleitungen erforderlich. Gegen das Verfahren muß zunächst der Umstand geltend gemacht werden, daß man aus der Melasse wieder Melasse zieht, daß diese von neuem zu osmosieren ist, daß man den Zuckergehalt, soweit derselbe überhaupt gewinnbar ist, nur bruchstückweise erhält. Diese Übelstände kommen jedoch wenig in Betracht, sobald das finanzielle Endergebnis der Arbeit sich günstig gestaltet. Zur Beurteilung der in der Praxis erzielten Resultate lassen wir einige Arbeitsberichte verschiedener Fabriken hier folgen, die allerdings noch durch zahlreiche andere Beispiele vermehrt werden könnten, doch mögen diese genügen.

Bei Gelegenheit der Generalversammlung der deutschen Zuckerfabrikanten im Jahre 1878 wurden über das während des Betriebsjahres 1877/78 erzielte Ergebnis folgende Berichte erstattet, die, wenn auch die Zahlen für Melassen- und Zuckerpreise bedeutende Veränderungen erlitten haben, wegen der darin enthaltenen Angaben selbst heute noch Interesse erregen. Wir geben die Zahlen der Berichte in unveränderter Form hier wieder, wie sie in den früheren Auflagen dieses Buches enthalten waren, obgleich die unter damaligen Verhältnissen berechneten Gewinne jetzt nicht mehr maßgebend sein können. Durch Einsetzen der gegenwärtigen Melassen- und Zuckerpreise wird man jedoch sich leicht eine Berechnung anstellen können, wieweit es sich lohnen kann, die Osmose noch heute zu verwenden.

Erste Fabrik. Verarbeitet wurden 10 000 Ztr. Melasse in dreimaliger Osmose, bei jedesmaliger Osmose sind durchschnittlich 12 Proz. Zucker und 65 Proz. Restmelasse von dem jedesmaligen Quantum der verarbeiteten Melasse gewonnen. Der Preis des verkäuflichen Zuckers ist zu ℳ 27.00 für 50 kg, der der Melasse zu ℳ 4.50 angenommen. Die Verarbeitungskosten, Löhne, Pergamentpapier, Beleuchtung, Brennmaterial, Zinsen und Amortisation haben sich auf ℳ 0,80 für die jedesmalige Osmose für 50 kg verarbeitete Melasse belaufen. Darnach ergiebt sich folgendes Resultat:

Erste Osmose.

Ausgaben:

10000 Ctr. Melasse à ℳ 4.50	ℳ	45000
Verarbeitungskosten à „ 0.80	„	8000
Zusammen	ℳ	53000

Einnahmen:

12 Proz. Zucker von 10000 Ctr. = 1200 Ctr. à ℳ 27.—	ℳ	32400
65 „ Melasse „ 10000 „ = 6500 „ à „ 4.50	„	29250
Zusammen	ℳ	61650

Zweite Osmose.

Ausgaben:

6500 Ctr. Melasse à ℳ 4.50	ℳ	29250
Verarbeitungskosten à „ 0.80	„	5209
Zusammen	ℳ	34459

Einnahmen:

12 Proz. Zucker von 6500 Ctr. = 780 Ctr. à ℳ 27.—	ℳ	21060
65 „ Melasse „ 6500 „ = 4225 „ à „ 4.50	„	19012
Zusammen	ℳ	40072

Dritte Osmose.

Ausgaben:

4225 Ctr. Melasse à ℳ 4.50	ℳ	19012
Verarbeitungskosten à „ 0.80	„	3380
Zusammen	ℳ	22392

Einnahmen:

12 Proz. Zucker von 4225 Ctr. = 507 Ctr. à ℳ 27.—	ℳ	13689
65 „ Melasse „ 4225 „ = 2746 „ à „ 4.50	„	12357
Zusammen	ℳ	26046

Das Resultat für dreimalige Osmose stellt sich demnach wie folgt:

Ausgaben:

10000 Ctr. Melasse à ℳ 4.50	ℳ	45000
Verarbeitungskosten	„	16580
Zusammen	ℳ	61580

Einnahmen:

2487 Ctr. Zucker à ℳ 27	ℳ	67149
2746 „ Restmelasse à ℳ 4.50	„	12357
Zusammen	ℳ	79506

Die Einnahmen übersteigen daher die Ausgaben um ℳ 18000 in runder Summe. Die Ausbeute an Zucker betrug 24,87 Proz. vom Gewichte der ursprünglichen Melasse, die Verarbeitungskosten beliefen sich auf ℳ 1.65 für 50 kg der in Arbeit genommenen Melasse.

Zweite Fabrik. Verarbeitet sind 246360 Ctr. Rüben; diese ergaben als Ablauf vom zweiten Produkte 8600 Ctr. Syrup, welcher während des Betriebsjahres mit zweimaliger Osmose verarbeitet wurde. Der Syrup wurde zu ℳ 4, der verkaufte Zucker mit ℳ 26 und die durch Verdampfen des Ablaufwassers der zweiten Osmose erhaltene Melasse mit ℳ 3 in Rechnung gestellt. Da hier Syrup vom zweiten Produkte verarbeitet wurde, so mußte die Ausgabe um den Wert erhöhet werden, welcher bei gewöhnlicher Arbeit durch das Verkochen auf drittes Produkt erzielt worden wäre; dieser Wert ist auf 440 Ctr. Zucker veranschlagt worden.

Das Resultat ergiebt sich folgendermaßen:

Ausgaben:

8600 Ctr. Syrup à ℳ 4	ℳ	34400
2400 Bogen Papier	„	1050
Brennmaterial	„	4300
Löhne	„	700
Arbeit beim Schleudern	„	400
10 Proz. Amortisation und 5 Proz. Zinsen von ℳ 4000	„	600
Wert von 440 Ctr. drittes Produkt	„	11440
Zusammen	ℳ	52890

Einnahmen:

1227.56 Ctr.	Zucker von der ersten Osmose		
619.44 „	„ „ „ zweiten „		
1847.00 Ctr.	Zucker à ℳ 26	ℳ	48022
4542.00 „	Melasse à ℳ 4	„	18169
1000.00 „	Melasse aus dem Wasser à ℳ 3 .	„	3000
		ℳ	69191

Die Einnahmen übersteigen daher hier die Ausgaben um ℳ 16300. Die Ausbeute an Zucker betrug 21,47 Proz. vom Gewichte des ursprünglichen Syrups, die Verarbeitungskosten beliefen sich auf ℳ 0.82 für 50 kg des in Arbeit genommenen Syrups.

Dritte Fabrik. Verarbeitet wurden 12000 Ctr. Ablaufsyrup vom zweiten Produkte, welcher durchschnittlich 47,5 Proz. Zucker enthielt. Von diesem wurde bei dreimaliger Osmose gewonnen:

3400 Ctr.	Zucker à 92,0 Proz.	=	3128 Ctr.	Zucker	= 54,9 Proz.
3800 „	Melasse à 47,5 „	=	1805 „	„	= 31,7 „
	Verlust		767 „	„	= 13,4 „
12000 Ctr.	Syrup à 47,5 Proz.	=	5700 Ctr.	Zucker	= 100,0 Proz.

Die Unkosten stellen sich wie folgt:

Ausgaben:

12000 Ctr.	Syrup à ℳ 4.00	ℳ 48000
13700	Bogen Pergament	„ 2991
	Arbeitslöhne	„ 3901
41120	hl Kohle	„ 15625
	Beleuchtung	„ 500
	Zusammen	ℳ 71017

Einnahmen:

2803 Ctr.	Zucker verkauft	ℳ	76694
500—600 „	„ von dritter Osmose noch nicht ausgearbeitet	„	13000
3800 „	Melasse à ℳ 3.50	„	13000
		ℳ	102694

Die Osmose hat daher einen Gewinn ergeben von ℳ 31 687. Die Ausbeute an verkäuflichem Zucker betrug etwa 28 Proz. vom Gewicht des ursprünglichen Syrups, die Verarbeitungskosten, in denen jedoch Amortisation nicht eingeschlossen ist, da die Anlagekosten bereits im vorigen Betriebsjahre gedeckt waren, belaufen sich auf ℳ 1.92 für 50 kg verarbeiteten Syrups.

Vierte Fabrik. Verarbeitet 17 200 Ztr. Ablaufsyrup vom zweiten Produkte, welcher 49,4 Proz. Zucker mit 62,2 Reinheitsgrad enthielt. Bei zweimaliger Osmose waren folgende Unkosten verausgabt:

	Erste Osmose	Zweite Osmose
Kesselhauslohn . . .	ℳ 508.10	ℳ 366.65
Brennmaterial . . .	„ 6 622.80	„ 3 847.70
Osmosieren und Kochen	„ 852.20	„ 604.90
Beleuchtung	„ 188.70	„ 109.60
Koch- und Schmieröl .	„ 404.20	„ 234.85
Osmosepapier . . .	„ 2 349.50	„ 1 695.50
Centrifugenlohn . . .	„ 1 195.55	„ 789.10
Zuckerpacken	„ 99.90	„ 44.15
Zusammen	ℳ 12 220.95	ℳ 7 692.45

Die Gesamtkosten der zweimaligen Osmose beliefen sich daher auf ℳ 19 923.40. Die Ausbeute an verkauftem Zucker betrug 28,5 Proz., derselbe polarisierte 94 Proz. Die Unkosten beliefen sich auf ℳ 1,16 für 50 kg verarbeiteten Syrups.

Stellen wir die Zahlen, auf welche es zur Beurteilung des Wertes der Osmose hauptsächlich ankommt, die Fabrikationsunkosten für 100 kg Melasse berechnet und die Ausbeute an Zucker, übersichtlich zusammen:

		Für 100 kg Melasse: Fabrikationskosten ℳ.	Zuckerausbeute kg
Erste Fabrik	Dreimalige Osmose .	3.30	24,87
Zweite „	Zweimalige „ . .	1.64	21,47
Dritte „	Dreimalige „ . .	3.84	28,00
Vierte „	Zweimalige „ . .	2.32	28,50

Über die beim Osmoseverfahren zu gewinnenden Ausbeuten an Zucker sind seitens der Steuerbehörden Angaben gesammelt und ver-

öffentlicht. Nach denselben betrug die Ausbeute von 100 kg Melasse bei einmaliger Osmose:

1879/80.	Durchschnitt	von	11	Fabriken	15,3 kg Zucker
1880/81.	„	„	5	„	16,9 „ „
1881/82.	„	„	14	„	19,22 „ „
1882/83.	„	„	15	„	15,86 „ „

bei zweimaliger Osmose:

1879/80.	Durchschnitt	von	8	Fabriken	24,5 kg Zucker
1880/81.	„	„	17	„	23,4 „ „
1882/83.	„	„	15	„	21,24 „ „

bei dreimaliger Osmose:

1880/81.	Durchschnitt	von	8	Fabriken	28,0 kg Zucker
1882/83.	„	„	10	„	25,32 „ „

Als Resultat aller dieser Zahlen ergiebt sich:

Die Zuckerverluste bei der Osmose sind sehr hoch.

Eine mehr als zweimal wiederholte Osmosierung lohnt durch die dabei erzielte höhere Ausbeute kaum die darauf zu verwendenden Kosten.

Bei niedrigen Preisen der Melasse und normalen Zuckerpreisen kann die Osmose, trotz der ungünstigen Ausbeute, recht rentabel sein. Sobald aber der Preis der Melasse über ein bestimmtes Maß steigt und der des Zuckers nicht ein entsprechend hoher ist, ist eine Rentabilität nicht mehr zu erwarten.

Zweites Kapitel.

Scheibler's Elution.

1. Wesen des Verfahrens.

Bringt man konzentrierte Zuckerlösungen mit gebranntem Kalk oder Kalkhydrat im Verhältnisse von einem Molekül oder 171 Teilen Zucker und drei Molekülen oder 84 Teilen Kalk zusammen, so vereinigen sie sich zu Tricalcium-Saccharat, einer im feuchten Zustande schmierigen, fast gallertartigen Masse, die beim Trocknen körnig-sandige Beschaffenheit annimmt. Bei anhaltender Berührung mit Wasser wird das Tricalcium-Saccharat teilweise zersetzt, unter Abspaltung von Zucker; es widersteht aber der Einwirkung von verdünntem Alkohol, selbst wenn dieser nur 35 Volumprozente Alkohol enthält. Wird Melasse auf gleiche Weise behandelt, so wird der Zucker in Tricalcium-Saccharat verwandelt, und dieses kann von dem größten Teile der fremden Stoffe durch Waschen mit schwachem Weingeist, in welchem sie löslich sind, befreit werden.

Hierauf ist von Scheibler das erste chemische Entzuckerungsverfahren der Melasse begründet und bereits 1865 in den Fabriken Wahrendorf und Bredow technisch durchgeführt. Im Großbetriebe zeigte sich jedoch das von Scheibler angewandte Verfahren als mit einem Mangel behaftet, der sich so hinderlich erwies, daß nach vielen Mühen und mannigfachen Versuchen die Arbeit aufgegeben werden mußte. Dieser Mangel war in der Schwierigkeit des Trocknens des feuchten Tricalcium-Saccharates begründet, welches mit den damals bekannten Hilfsmitteln nicht ausführbar war und welches nicht umgangen werden konnte, um die Auswaschung zu ermöglichen.

Durch einen einfachen Kunstgriff gelang es 1873 Seyferth, diese Schwierigkeit zu beseitigen. Statt die Melasse mit feuchtem Kalkhydrat zusammen zu bringen, wie Scheibler es gethan hatte, mischte Seyferth die Melasse mit fein gepulvertem gebrannten Kalk. In dieser Mischung löscht sich der Kalk auf Kosten des in der Melasse enthaltenen Wassers unter starker Wärmeentwickelung, und die hierbei frei werdende Wärme ist genügend, um den nicht gebunden werdenden Anteil des Wassers zu verdampfen und das Ganze in eine lockere, poröse, trockene Masse, in sogenannten Melassenkalk zu verwandeln.

Zur Erprobung des Verfahrens wurde 1874 in Braunschweig eine kleine Fabrik errichtet, und nachdem hier die nötigen Studien gemacht waren, wurde es 1875 in der Fabrik von E. Henneberg & Co. zu Wasserleben in den Großbetrieb übergeführt. Wenngleich aus dem Tricalcium-Saccharat, durch Saturation mit Kohlensäure, der Zucker mit Leichtigkeit abzuscheiden und zu gewinnen ist, so hat man doch von Anfang an darauf verzichtet, direkt Zucker aus der Melasse darzustellen, sondern hat die Entzuckerung der Melasse mit der Rübenarbeit verbunden und dieses Verfahren auch allgemein beibehalten. Hierfür sprechen zwei Gründe. Erstens gelingt es nicht beim Elutionsverfahren, die fremden Stoffe der Melasse genügend vollständig zu entfernen, um die bei der Saturation des Zuckerkalkes entstehenden Säfte direkt auf Raffinierware verarbeiten zu können, und zweitens ist es vorteilhafter, das Tricalcium-Saccharat als ein Zwischenprodukt zu behandeln, dessen Aufarbeitung ohne großen Kostenaufwand bewirkt werden kann. Beschränkt man sich darauf, die im eigenen Betriebe gewonnene Melasse zu entzuckern, und erhält man von 100 kg verarbeiteten Rüben 3 kg Melasse, so wird für die Elution von 100 kg Rüben etwa 1 kg Kalk erforderlich sein, also bei weitem nicht so viel, wie zur Saftscheidung nötig ist. Da der Zuckerkalk beim Scheiden sich ebenso verhält wie der Kalk, so erspart man den bei der Elution verwandten Kalk und die Saturationskosten ganz. Man kann sogar bei dieser Methode, ohne die Kosten der Scheidestation bei der Rübenverarbeitung zu steigern, eine weit größere als die selbsterzeugte Menge von Melasse verarbeiten, indem man die Gesamtmenge des zur Scheidung erforderlichen Kalkes zuerst im Elutionsverfahren in Zuckerkalk umwandelt.

Die Vereinigung der Elution mit der Rübenarbeit hat allerdings eine Schattenseite. Indem man die Produkte beider Arbeiten nicht jedes

für sich erhält, ist eine genaue Kontrolle der beiden gesonderten Betriebe nicht möglich, und man hat kein Mittel, sich streng Rechenschaft über die bei der Elution gewonnene Ausbeute an Zucker zu geben. Kann man auch durch chemische Untersuchung feststellen, wieviel Zucker in Form von Zuckerkalk in den Saft eingeworfen wird und wieviel Zucker in den Waschflüssigkeiten verloren geht, so bietet diese Differenzrechnung doch wenig Sicherheit, namentlich da die Zuckerbestimmung sowohl in den Rübensäften wie auch in den Melassen nach neueren Erfahrungen nicht die Genauigkeit besitzt, welche man ihr früher zuschrieb. Getäuscht durch letzteren Umstand, hat man anfangs das Verfahren in Bezug auf die Ausbeute an Zucker für vollkommener gehalten, als es sich später erwiesen hat.

Die Elution zerfällt in folgende Operationen:

1. Bildung des Melassekalkes.
2. Waschen des Melassekalkes.
3. Wiedergewinnung des Alkohols aus dem Zuckerkalke und der Waschflüssigkeit.

2. Darstellung des festen Melassekalkes.*)

Nicht alle Kalkarten sind für die Darstellung des Melassekalkes geeignet. Je reiner der Kalkstein, aus dem der gebrannte Kalk hergestellt ist, um so energischer tritt die Wirkung auf die Melasse, ohne welche das ganze Verfahren in seiner jetzigen Gestalt unmöglich ist, ein. Ein mergelartiger Kalkstein ist gänzlich ungeeignet, am besten gelingt die Arbeit mit dem aus krystallinischem, dichtem Kalk des Kohlengebirges sowie aus körnigem Kalk des Muschelkalkes gebrannten Kalk; thoniger Muschelkalk ist gar nicht verwendbar, ebensowenig dürfte dieses mit dolomitischen Kalken, die in gebranntem Zustande sich schwer löschen, der Fall sein.

Der zu verwendende Kalk darf weder durch Lagern noch sonst auf irgend welche Weise Feuchtigkeit aufgenommen haben, er muß un-

*) Bei der Beschreibung des Elutionsverfahrens ist die uns gütigst zur Verfügung gestellte, als Manuskript gedruckte Abhandlung von Dr. Bodenbender: Das Elutionsverfahren, patentierte Methode zur Gewinnung des in der Melasse enthaltenen Zuckers in Form von Zuckerkalk und der Alkalien in Form eines wertvollen Düngers — in ausgiebiger Weise benutzt.

mittelbar so, wie er gewonnen wird, gleich nach dem Erkalten, weiter verarbeitet werden. Der gebrannte Kalk wird in dem Maße, wie er verbraucht wird, durch Mahlen und Sieben in ein gleichmäßig feines Pulver verwandelt, von welchem in jeder Operation 16 bis 17 kg mit 65 bis 67 kg Melasse innig gemischt werden. Das Verhältnis von Kalk und Melasse ist dem Zuckergehalte der Melasse und der Reinheit des Kalkes anzupassen. Auf 171 Teile Zucker in der Melasse sind 84 Teile Kalk in chemisch reiner Form, oder eine diesem äquivalente Menge von gebranntem Kalk, zu nehmen. Durchschnittlich wird man 25 kg Kalk auf 100 kg Melasse rechnen können.

Zum Gelingen der Operation ist ferner eine bestimmte Konzentration und Temperatur der Melasse erforderlich, und es hat sich herausgestellt, daß man die günstigsten Ergebnisse erzielt, wenn die Melasse eine Konzentration von 84 ° Saccharometer und eine Temperatur von 30 bis 35 ° C. hat. Ist die Melasse verdünnter, so ist sie durch Einkochen im Vakuum auf obige Stärke zu bringen. Den Boden der Melassereservoirs bedeckt man mit einer fein gelochten Siebplatte und zieht die Melasse durch einen unter dem Siebe angebrachten Hahn ab, um Unreinigkeiten, Holzstückchen und dergleichen hier zurückzuhalten, oder filtriert die Melasse, wie bei der Osmose angegeben, durch Kies.

Die Mischung des Kalkes mit der Melasse wird auf einem Kollergange vorgenommen. Sie erfolgt rasch und ist in etwa vier Minuten beendet. Man läßt dabei die Melasse auf die Bodenplatte des Kollerganges ausfließen, worauf, während des Umganges der Läufer, gemahlener Kalk aus einem Meßgefäße hinzugefügt wird. Nach einiger Zeit erwärmt sich der Kollergang, es würde dann die Wirkung zu früh, schon während des Mischens eintreten, wenn man nicht durch Aufgießen von Wasser für dessen Abkühlung Sorge trüge. Es dürfte deshalb zweckmäßig sein, die Bodenplatte des Kollerganges, statt aus Stein aus Eisen anzufertigen und sie mit einem Mantel, durch welchen kaltes Wasser fließt, zu umgeben; ebenso könnten die Walzen mit Wasserkühlung versehen werden.

Nach beendigter Mischung bildet der Kalk und die Melasse eine zähe, kittartige Masse, welche mittels der am Kollergange angebrachten Abstreicher durch eine mit einem Schieber verschließbare Öffnung am Boden des Kollerganges in einen, zuvor mit Schmalz, oder einem

Gemische von Talg und Öl, ausgestrichenen Kasten von Eisenblech von 33 cm Höhe, 67 cm Länge und 50 cm Breite, also von einem Inhalte von 0,110 cbm gebracht wird.

In diesem tritt nach ganz kurzer Zeit die Reaktion ein, die Masse erwärmt sich, bläht sich auf, stößt reichliche Mengen von Wasserdampf, Ammoniak und anderen riechenden Dämpfen aus. Durch Einstechen mit einem Spatel hat man den entweichenden Dämpfen einen Ausweg zu schaffen, da sonst die mehr oder weniger flüssig werdende Masse übersteigen würde. Die Temperatur steigt auf 125° C., das Volumen der Masse vermehrt sich auf das Drei- bis Vierfache. Allmählich läßt die Reaktion nach, und es bleibt endlich ein erhärteter, lockerer, bimsteinartiger, poröser Kuchen von Melassekalk in dem Gefäße zurück, der nach dem Erkalten beim Umstürzen sich in einem Stücke von den Wandungen des Blechkastens ablöst.

Die Menge des durch die freiwillige Erwärmung verdampften Wassers beträgt durchschnittlich 2,35 Proz. vom Gewichte der Melasse. War die Mischung der Melasse und des Kalkes zu kalt oder arbeitet man mit einem sich schwer löschenden Kalke, so vergeht längere Zeit bis zum Eintritt der Reaktion, oder diese bleibt ganz aus. Man hilft sich dann durch schwache Erwärmung der gefüllten Kasten, indem man sie auf eine Unterlage von Dampfröhren stellt. Sollte dieses nicht ausreichen, so hat man darin den Beweis eines ungeeigneten Kalkes und muß sich anderen zu verschaffen suchen.

Zu beachten ist ferner, daß die Reaktion nicht zu früh eintrete. Findet sie schon während des Mischens auf dem Kollergange statt, wie es leicht geschieht, wenn dieser zu warm geworden ist, so erhält man schließlich eine dichte, steinige Masse, die sich sehr schwer auswaschen läßt. Durch Abkühlung des Kollerganges und durch rasches Arbeiten hat man dafür zu sorgen, daß die Mischung als kittartige Masse in die Kasten gestrichen wird und daß in diesen erst die Löschung des Kalkes erfolge.

Außerdem ist darauf zu halten, daß der Kalk durchaus innig und gleichmäßig mit der Melasse gemischt werde. Bleiben einzelne Teile des Kalkpulvers unvermischt oder gelangt durch Unvorsichtigkeit in die fertige kittartige Mischung von Melasse und Kalk trockenes Kalkpulver, ohne vermischt zu werden, so entsteht an den Stellen, wo das Kalkpulver befindlich ist, eine so heftige Wärmeentwickelung, daß die Masse in Brand gerät. Vermag man nicht rasch die Stelle zu treffen, wo

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

die brennenden Teile liegen, was jedoch nach einiger Übung fast jedesmal gelingt, so muß der betreffende Kasten aus dem Raume entfernt und ausgeschlagen werden. Nicht immer läßt sich hierdurch der Melassekalk retten, da die Masse, durch einen Luftzug angefacht, zu glimmen anfängt und oft in hellen Flammen aufbrennt. Die Arbeiter lernen bald, durch den durchdringenden, höchst unangenehmen Geruch aufmerksam gemacht, die gefährlichen Kasten herauszufinden; meist steigen aus einzelnen Stellen derselben braunrot gefärbte Nebel, die als Anhaltspunkte dienen. Wird durch geeignete Vorkehrungen einem Verstreuen von Kalkpulver vorgebeugt, so kann die Entzündung bei sorgfältig ausgeführter Mischung nicht eintreten.

Nach dem Erkalten werden die Blöcke des Melassekalkes zunächst mit Schlägeln zertrümmert und dann auf einem Brechwerke in Stücke von Haselnußgröße zerkleinert. An Stelle des früheren Seyferth'schen Brechwerkes wird jetzt ein von Dinglinger konstruierter Zerkleinerungsapparat verwandt. Derselbe besteht im wesentlichen aus einer, in einem starken Gehäuse gelagerten, hohlen Walze, deren Fläche mit messerartigen Hervorragungen besetzt ist. Über dem Gehäuse befindet sich ein Rumpf, in den die Blöcke des Zuckerkalkes geworfen werden. Bei der Umdrehung der Walze schneiden die Messer kleine Stückchen von dem Zuckerkalke ab, und diese fallen durch vor den Messern befindliche Schlitze in den Innenraum der Walze, von wo sie durch die schneckenförmige Stellung der Trommelarme bei der Drehung durch eine Öffnung des Gehäuses nach außen entleert werden.

Nach einem späteren Verfahren von Bodenbender wird die Darstellung und Zerkleinerung des Melassekalkes in eine Operation zusammengezogen. Es dient dazu ein eiserner, aus zwei nebeneinander gelagerten Cylindersegmenten gebildeter Trog, in dessen beiden Achsen zwei Wellen gelagert sind, auf denen Messer, die die Wandungen der Cylinder nahezu bestreichen, in spiralförmiger Richtung so aufgezogen sind, daß die Messer der einen Welle in die Zwischenräume der Messer der anderen Welle eingreifen. Durch Räderübertragung werden die beiden Wellen in entgegengesetzte Drehung versetzt, wobei die Umdrehungsgeschwindigkeit der beiden Wellen sich wie 4 : 5 verhält. Außen ist der Trog mit einem Mantel umkleidet, in welchen je nach Erfordernis Dampf oder Kühlwasser geleitet werden kann.

Die Arbeit mit dem Apparate geschieht, wie folgt:

Nach Einfüllen der Bestandteile des zu bildenden Melassekalkes werden die Wellen in rasche Umdrehung (bis 300 Drehungen in der Minute) versetzt. Kurze Zeit darauf wird die Melasse durch Einleiten von Dampf in den Mantel erwärmt. Beim Eintreten der Reaktion, welche man an dem Hervorbrechen von Dampf aus den Öffnungen des oberen Deckels erkennt, wird der Dampf abgestellt und der Apparat durch Einleiten von kaltem Wasser in den Mantel gekühlt. Gleichzeitig wird die Umdrehung der Wellen auf 60 bis 90 Drehungen in der Minute ermäßigt. Sobald die Reaktion beendet und der kleinstückige Melassekalk sich gebildet hat, öffnet man einen, den unteren Teil des Troges verschließenden Deckel, wobei der Apparat bei langsamem Gange der Wellen sich von selbst entleert.

3. Auswaschen des Melassekalkes.

Ebenso wie bei den ersten Versuchen von Scheibler, so hat sich auch im Großbetriebe ein Alkohol von 35 Volumprozent am geeignetsten zum Waschen des Melassekalkes erwiesen, da dieser noch genügendes Lösungsvermögen für die Nichtzuckerstoffe besitzt, dagegen den Zuckerkalk sehr wenig zersetzt. Bei konzentrierterem Alkohol bleiben viele Salze der Melasse ungelöst, bei verdünnterem tritt eine teilweise Zersetzung des Zuckerkalkes ein, wobei Zucker gelöst wird und also verloren geht.

Als Alkohol verwendet man gewöhnlichen Rohspiritus, der in einem, mit Rührwerk versehenen, geschlossenen Reservoire mit der erforderlichen Menge von Wasser gemischt wird. Um jedem, durch Verdunstung leicht entstehenden Verlust an Alkohol vorzubeugen, ist sowohl das Reservoir wie jedes weitere Gefäß, in welchem sich alkoholische Flüssigkeiten befinden, durch eine Rohrleitung mit einem Cylinder verbunden, in dem sich mit Wasser angefeuchtete Kokes befinden, durch welche die Alkoholdämpfe zurückgehalten werden.

Zum Auswaschen dient eine aus untereinander verbundenen Gefäßen bestehende Batterie. Die Gefäße sind unten mit einem aus gelochtem Bleche gefertigten Siebboden versehen, und auf diesem ruht ein feines, aus verzinntem Eisendrahte angefertigtes Drahtnetz, welches ausreicht, um selbst die feineren Teile des Melassekalkes beim Abziehen der Flüssigkeiten zurückzuhalten.

Beim Füllen der Cylinder wird der mit dem zerkleinerten Melassekalke gefüllte, an einer Hängeschiene gleitende, unten mit einem Schieber verschlossene Kasten über das obere Mannloch gebracht, in welches ein weiter, sich an die untere Öffnung des Kastens anschließender, aus starkem Leinen gefertigter Schlauch eingehängt ist. Beim Öffnen des Schiebers fällt der Melassekalk, ohne irgendwie Staub zu verbreiten, in den Cylinder. Zum Behufe einer gleichmäßigen Verteilung des Melassekalkes empfiehlt es sich, einen aus Eisenblech angefertigten Kegel in das zu füllende Gefäß derart einzuhängen, daß der spitzere Teil desselben nach oben gerichtet ist; die einzelnen Stücke gleiten an den Wandungen desselben hinab und werden vorzugsweise der Wandung des Gefäßes zugeführt.

Beim Auswaschen macht der auf der Brechmaschine zu Staub zerkleinerte Anteil des Melassekalkes einige Schwierigkeit, insofern als dieser in Berührung mit dem schwachen Spiritus zu dichten, festen Massen sich verkittet, die dem Durchtritte der Waschflüssigkeit in hohem Grade hinderlich werden. Um dieses zu vermeiden, bringt man bei Einleitung des Betriebes den Melassekalk in stärkeren Weingeist von 65°; hat das Pulver sich mit solchem Spiritus vollgesogen, so verkittet es sich nicht mehr. Ist der Betrieb einmal eingeleitet, so ist diese Vorsichtsmaßregel nicht mehr erforderlich. Das mit frischem Melassekalk zu beschickende Gefäß wird mit der Waschflüssigkeit, welche bereits durch alle vorhergehenden Gefäße hindurchgeflossen ist, bis zu Dreiviertel seines Inhaltes gefüllt, ehe der Melassekalk hinzugefügt wird. Die gröberen Stücke schwimmen anfangs durch ihren Luftgehalt auf der Flüssigkeit, das Pulver sinkt darin zu Boden und verwandelt sich in eine körnige, lockere, sandige Masse.

Das Auswaschen erfolgt auf ganz gleiche Weise wie in der Diffusionsbatterie. Das erste Gefäß der Reihe, welches bei eingeleitetem Betriebe fast völlig ausgewaschenen Zuckerkalk enthält, steht mit dem Spiritusreservoir durch eine Röhrenleitung in Verbindung. Die Waschflüssigkeit wird durch Übersteiger vom ersten in das zweite, vom zweiten in das dritte Gefäß verdrängt u. s. f. bis zum letzten, mit frischem Melassekalke zu füllenden. Man hält dabei die Flüssigkeit möglichst ununterbrochen in langsamer Strömung. Die aus dem letzten Gefäße austretende Flüssigkeit, welche mit den zu entfernenden Stoffen beladen ist, kommt zur Destillation, um den Alkohol wiederzugewinnen. Bei

gutem Betriebe zeigt diese Flüssigkeit 5° am Saccharometer. Nach dem Abzuge der Füllung des letzten Gefäßes ist der Inhalt des ersteren genügend ausgewaschen; der darin befindliche Spiritus fließt ab und wird in das Reservoir geschafft, während der Zufluß des Spiritus auf das zweite Gefäß, welches damit zum ersten der Reihe wird, gestellt wird.

Durch das ununterbrochene Strömen der Flüssigkeit in der Batterie, durch die Unschädlichmachung des Melassekalkstaubes und durch die hierdurch ermöglichte Zerkleinerung des Melassekalkes bis zur Haselnußgröße, gestaltet sich der Auswaschungsprozeß ungemein günstig. Für eine tägliche Verarbeitung von 125 mctr Melasse sind nur sechs Gefäße erforderlich, und die Auswaschung ist in dreißig Stunden beendigt, während man früher vierundzwanzig Gefäße bedurfte und acht bis zehn Tage lang waschen mußte.

4. Wiedergewinnung des Spiritus aus dem Zuckerkalke.

Der von Löslichem so viel wie möglich befreite Melassekalk, der nun den Namen Zuckerkalk führt, ist nach dem Abtropfen noch gänzlich mit Spiritus durchtränkt, dessen Alkohol durch Destillation wieder zu gewinnen ist. Zu dieser Destillation sind die Waschgefäße mit einem gemeinschaftlichen sogenannten Abtreibegefäße, von gleicher Größe wie die Waschgefäße verbunden, während gleichzeitig in die Rohrleitung, welche die Weingeistdämpfe zur Kondensation führt, ein Übersteiger eingeschaltet ist. Die Lösung des Zuckerkalkes besitzt nämlich, wie alle alkalischen Flüssigkeiten, welche organische Stoffe gelöst enthalten, die Eigenschaft, beim Erwärmen stark zu schäumen. Es würde ein Übersteigen unvermeidlich sein, wenn nicht in dem Maße, wie der in die Waschgefäße einströmende Dampf das Volumen des Zuckerkalkes vermehrt, gleichzeitig das vermehrte Volumen fortgenommen werden könnte. Zu diesem Zwecke dient der Abtreiber. Sobald die Auswaschung beendet und der Spiritus möglichst abgetropft ist, wird ein zwischen dem Waschgefäße und dem Kondensator befindliches weites Ventil geöffnet und gleichzeitig der Dampf durch die mit Öffnungen und diese deckenden Hütchen versehenen Schlangen angestellt. Sofort beginnt die Verflüssigung des bis dahin noch schwammigen Zuckerkalkes sowie die Entwickelung von Alkoholdampf. Sobald der größere Teil des Weingeistes abdestilliert ist, beginnt die Masse zu schäumen. Man läßt deshalb

am besten, sobald die Masse anfängt flüssig zu werden, die Hälfte des Zuckerkalkes nach und nach in den Abtreiber und destilliert nun aus Waschgefäß und Abtreiber gleichzeitig. Jede Pause im Destillationsprozesse ist möglichst zu vermeiden, da nach derselben das Schäumen energischer auftritt. Die Destillation ist etwa nach sechs Stunden beendet. Anfangs fließt der Spiritus in einer Stärke von 70°, sinkt aber rasch im Gehalte, die Destillation wird erst unterbrochen, wenn reines Wasser übergeht.

Der von Spiritus gänzlich befreite Zuckerkalk wird nunmehr durch ein am Boden des Abtreibers befindliches Ventil abgelassen, geht durch ein nach Art der Farbenmühlen konstruiertes Mischwerk, das etwaige Klumpen zerdrückt, um von da in ein mit Rührwerk versehenes Gefäß zu gelangen, von dem er mittels einer mit Kugelventilen versehenen Pumpe in Reservoirs geschafft wird, aus denen er zur Scheidung fließt. War die Bereitung des Melassekalkes gut gelungen, so bildet der im Abtreiber verbleibende Rückstand eine gleichmäßige Masse von der Konsistenz der Kalkmilch, die sich mit Leichtigkeit durch Pumpen fortschaffen läßt. War jedoch die Reaktion bei der Darstellung des Melassekalkes so verlaufen, daß dieser nicht porös, sondern steinig dicht geworden ist, so bleiben feste, unverflüssigte Stücke im Waschgefäße zurück, welche durch das untere Mannloch zu entfernen sind. Auf dem Siebe verbleibt ferner im Kalke enthaltener oder durch Abnutzung der Mühlsteine hinzugekommener Sand und etwa ungebrannt gebliebener Kalkstein. Nach jeder Entleerung ist daher das Waschgefäß über dem Siebboden zu reinigen; nach dreimaliger Benutzung wird der Siebboden herausgenommen und der untere Teil des Gefäßes ebenfalls der Reinigung unterzogen.

Der so gewonnene Zuckerkalk giebt, wenn derselbe für sich saturiert wird, nach Einführung des verbesserten Waschverfahrens, Saft, dessen Reinheitsgrad zwischen 84 und 88 schwankt.

5. Wiedergewinnung des Spiritus aus den Waschflüssigkeiten.

Die spirituöse Waschflüssigkeit muß, um den darin enthaltenen Alkohol wieder zu gewinnen, der Destillation unterzogen werden. Dazu dienten früher gewöhnliche Destillierblasen von 1,57 m Höhe und 1,70 m Weite, in welchen die Flüssigkeit zuerst durch eine Dampfschlange angewärmt, dann aber durch frei einströmenden Dampf abgetrieben wurde.

Diese Vorrichtungen sind durch Apparate von ähnlicher Konstruktion, wie sie bei der kontinuirlichen Destillation der Spiritusmaischen verwandt werden, ersetzt. Ein solcher Apparat ist für den Zweck dieser Arbeit von Nägeli konstruiert. Die zu destillierende Flüssigkeit geht zuerst durch den Mantel eines Kalorisators, durch dessen Röhren die zu verdichtenden Alkoholdämpfe hindurchstreichen, und gelangt dann in den obersten Raum der aus zahlreichen Abteilungen gebildeten Rektifikationskolonne, in welcher ihr die von unten aufsteigenden Alkoholdämpfe entgegenströmen. Von einer Abteilung zur anderen, immer den heißeren Dämpfen entgegenfließend, kommt die Flüssigkeit zuletzt in eine durch horizontal liegende Dampfröhren geheizte, verhältnismäßig kleine Destillierblase, über welcher sich ein größerer Behälter zur Aufnahme des sich bildenden Schaumes befindet. In der Blase verdampft rasch der noch vorhandene Rest des Alkohols. Die vollständig entgeistete Flüssigkeit wird von hier durch eine selbstthätig wirkende Vorrichtung kontinuierlich entleert.

Durch die Vermeidung jeglicher direkten Dampfeinströmung findet keine Verdünnung der Flüssigkeit während der Destillation statt, wodurch die Konzentration derselben auf 18 bis 20° Bx gesteigert wird, während sie früher kaum einen halb so hohen Gehalt zeigte.

Der wiedergewonnene Alkohol kehrt in den Betrieb zurück und ist immer von neuem zu benutzen. Er nimmt jedoch bei jedem Gebrauche mehr oder weniger Ammoniak auf, welches durch die Einwirkung des Kalkes auf die stickstoffhaltigen organischen Substanzen der Melasse entsteht. Um ihn hiervon zu befreien, und zugleich, um dieses Ammoniak zu gewinnen, neutralisiert man den Alkohol von Zeit zu Zeit mit Schwefelsäure, wobei ein Überschuß zu vermeiden ist, und unterwirft ihn für sich einer Destillation, wobei schwefelsaures Ammonium als Nebenprodukt erhalten wird. Versetzt man den Alkohol, wenn derselbe eine Stärke von 70 bis 75° hat, mit der erforderlichen Menge von konzentrierter Schwefelsäure, so scheidet sich nach einiger Zeit schwefelsaures Ammonium, welches in Alkohol von dieser Stärke sehr schwer löslich ist, in Kryställen ab.

6. Zusammensetzung der destillierten Waschflüssigkeit.

Diese Flüssigkeit enthält alles, was in dem Melassekalk in löslicher Form vorhanden war. Durch den auf die Bestandteile der Melasse

einwirkenden Kalk sind mancherlei Zersetzungen herbeigeführt worden. Die organischsauren Alkalisalze sind in Kalksalze und in Alkalihydrat verwandelt. Letzteres wirkt insofern ungünstig, als es einen Teil des Zuckerkalkes zersetzt und eine entsprechende Menge von Zucker als Alkali-Saccharat in die Waschflüssigkeit überführt und so Verlust verursacht. Die stickstoffhaltigen Verbindungen, welche als Alkaloide vorhanden sind, wie Betaïn, werden aus ihren Verbindungen mit Säuren abgeschieden und gehen in die Waschflüssigkeiten über; andere stickstoffhaltige Substanzen unterliegen einer weiter gehenden Zersetzung, die sich durch eine Entwickelung von Ammoniak und diesem nahe verwandten Körpern kundgiebt. Dieselbe hört mit der Bildung des Melassekalkes nicht auf, sondern dauert während des Abtreibens des Spiritus aus dem gewaschenen Zuckerkalke noch fort. Beim Auswaschen gehen die entstandenen Kalksalze zum großen Teile in Lösung, ebenso die alkalischen Salze mit anorganischen Säuren; selbst schwefelsaures Kalium, welches in stärkerem Weingeist so gut wie unlöslich ist, wird durch den schwachen Spiritus so weit entfernt, daß eine Zunahme des Schwefelsäuregehaltes in den mit dem Zuckerkalke geschiedenen Säften nicht nachzuweisen ist. Der Farbstoff der Melasse bleibt zum Teile in dem gewaschenen Zuckerkalk zurück und wird durch denselben dem Scheidesafte wieder zugeführt; der hierdurch bewirkte Nachteil ist jedoch sehr gering, da der Farbstoff beim Schleudern der Füllmasse im Syrup bleibt.

Eine vollständige Überführung aller fremden Bestandteile in die letzte Flüssigkeit gelingt im Großbetriebe nicht, da gewisse Bestandteile des Melassekalkes in dem zur Auswaschung dienenden schwachen Weingeiste unlöslich sind. Leider werden diese durch die nachfolgende Behandlung mit Kohlensäure bei der Saturation zersetzt und gehen so wieder in den Saft über. Man hat daher danach zu trachten, diese Stoffe, soweit es möglich ist, zu entfernen, und hat in dieser Beziehung gegen früher durch die Vervollkommnung der Auswaschung bereits erhebliche Fortschritte gemacht. Denn während man sich früher befriedigt erklärte, wenn der aus dem Zuckerkalke durch Saturation erhaltene Saft einen Reinheitsgrad von 83 hatte, so erreicht man jetzt Reinheitsgrade bis zu 88, erzielt also Säfte, welche besser sind als viele Rübensäfte. Wird ein solcher Zuckerkalk zur Scheidung verwandt, so ist dies gleichbedeutend mit einer entsprechenden Vermehrung der Saftmenge, jedoch mit dem Unterschiede, daß der Zuckerkalk, auf eine gleiche Menge Zucker

bezogen, weit weniger Alkalisalze enthält als der Saft und daher die Kryſtalliſation des Zuckers weniger ſtörende Elemente zuführt, als im urſprünglichen Safte enthalten ſind.

Die im großen Fabrikbetriebe erhaltenen Füllmaſſen, deren Säfte mit Melaſſekalk geſchieden ſind, zeigen keine weſentlichen Verſchiedenheiten in der Zuſammenſetzung von denen, deren Säfte mit reinem Kalke geſchieden worden ſind (?).

Bald nach dem Bekanntwerden des Elutionsverfahrens tauchten eine Menge von Modifikationen desſelben auf, die ſich von der Elution ſelbſt vorzugsweiſe durch die Art der Darſtellung des Melaſſekalkes unterſcheiden, mit ihr aber die Anwendung ſpirituöſer Waſchflüſſigkeit gemein haben. Die wichtigſte derſelben, welche auch heute noch betrieben wird, iſt

7. Eisfeldt's Verfahren.

Zur Darſtellung des Melaſſekalkes wird der gebrannte Kalk mit ſoviel Waſſer übergoſſen, wie zur Umwandlung in Hydrat erforderlich iſt und alsdann die auf 30° erwärmte Melaſſe im Verhältniſſe von 84 Teilen reinen Kalk und 171 Teilen Zucker unter kräftiger Bearbeitung hinzugefügt. Macht man den Zuſatz der Melaſſe in dem Augenblicke, in welchem die Reaktion zwiſchen dem Kalke und dem Waſſer ſtattfindet, ſo erhält man anfangs eine dünnflüſſige Maſſe, die, je nach dem Waſſergehalt, in 12 bis 24 Stunden eine plaſtiſche Beſchaffenheit annimmt und ſich mittels eines Schneidewerkes oder Disgregators, deſſen Meſſer, um das Anhaften des plaſtiſchen Materials zu verhüten, mit etwas Mineralöl beſtrichen werden, zu Spänen von der Form der Rübenſchnitzel zerteilen läßt. Dieſe Späne werden in Weingeiſt gebracht, in welcher ſie ſofort ſpröde werden, und auf gewöhnliche Weiſe gewaſchen. Die Waſchung erfolgt leicht und iſt in 24 Stunden beendet. Der Reinheitsgrad des ſaturierten Zuckerkalkes wird auf durchſchnittlich 89 angegeben.

Drittes Kapitel.

Entzuckerung ohne Alkohol.

Wenngleich bei allen Methoden der Melasseentzuckerung mittelst Spiritus, letzterer bei zweckmäßiger Anordnung der Apparate, ohne all zu große Verluste wiederzugewinnen ist, so ist doch zu seiner Beschaffung ein nicht unbeträchtliches Kapital erforderlich, welches die Arbeit verteuert, und außerdem gehört die Manipulation mit einem derartig feuergefährlichen Materiale nicht zu den angenehmsten, ganz abgesehen von der damit verbundenen Steigerung der für Feuerversicherung zu zahlenden Prämie. Dazu kommt die nur bedingte Löslichkeit der Kalkverbindungen in Weingeist, während das Lösungsvermögen des Wassers für dieselben erheblich größer ist. Bei Vermeidung der Alkoholwaschung ist daher von vornherein auf einen größeren Reinheitsgrad des Zuckerkalkes zu schließen. Der Verwendung des Wassers als Waschflüssigkeit steht nur die Zersetzbarkeit des Zuckerkalkes entgegen, welche, wenn nicht auf besondere Weise gearbeitet wird, zu erheblichen Zuckerverlusten führen muß. Dieser Umstand ist aber auf glückliche Weise durch folgendes Verfahren umgangen. Dasselbe ist deshalb auch dasjenige Verfahren, welches neben dem Strontian-Verfahren noch am meisten verbreitet ist:

Steffen's Ausscheidungs-Verfahren.

Dieses Entzuckerungs-Verfahren beruht auf einem bis dahin gänzlich unbekannt gewesenen Verhalten des Zuckerkalkes. Wird eine verdünnte Lösung von Monocalcium-Saccharat auf 15° C. abgekühlt und nach und nach mit kleinen Anteilen von pulverförmigem Ätzkalk versetzt, wobei jeder Erwärmung der Flüssigkeit durch Abkühlung

vorgebeugt wird, so scheidet sich die Gesamtmenge des Zuckers in Form von unlöslichem Zuckerkalk aus.

Nach den Mitteilungen, welche bei Gelegenheit der Generalversammlung des deutschen Rübenzucker-Fabrikanten-Vereins im Jahre 1884 gemacht sind, wird das Verfahren auf folgende Weise ausgeführt.

Ein sehr reiner Kalkstein wird, nachdem er im Ofen bei möglichst hoher Temperatur gebrannt ist, abgekühlt auf ein Brechwerk gebracht, welches ihn in nußgroße Stücke zerkleinert, von da auf einen Mahlgang, wie solche in Mahlmühlen oder Cementmühlen in Anwendung sind. Ein Vorsichter scheidet die gröberen Partien ab und führt sie wieder dem Mahlgange zu, während das feine Pulver auf eine Hauptsiebmaschine gelangt, welche das fertige Pulver dem Kalktrichter zuführt.

Die Melassen sind so weit zu verdünnen, bis die Lösung einen Zuckergehalt von 7 Proz. oder eine Dichte von 12° Saccharometer zeigt. Lösungen von niederem Gehalte zu nehmen, ist nicht rätlich, da alsdann unnötigerweise der Wasserverbrauch gesteigert wird; andererseits darf man auch über diese Konzentration nicht hinausgehen, weil man sonst später eine zu dicke, schwer bewegliche Flüssigkeit erhalten würde. Die Auflösung der Melasse erfolgt in einem besonderen Rührwerke. Die Lösung fließt in die sogenannte Kühlmaische. Die Kühlmaischen sind cylindrische Apparate, welche ein Rohrsystem enthalten, ähnlich wie die Robert'schen Verdampfapparate; der zwischen den Rohren verbleibende Raum, welcher der Heizkammer der Verdampfapparate entspricht, dient zur Aufnahme von sich stetig erneuerndem kaltem Wasser. In der Mitte der Röhren befindet sich ein weiteres Rohr, durch welches eine senkrechte, schnell rotierende, mit einer Schraube versehene Welle geht, welche den Zweck hat, die Flüssigkeit immer lebhaft durch das Rohrsystem hindurch zu treiben. Hat man den Kühler beschickt und ist die Melassenlösung durch das Wasser, welches die Röhren umspült, auf 15° abgekühlt, so fängt man an, Kalk einzutragen und zwar in solchen Anteilen, daß die Temperatur der Flüssigkeit durch die beim Löschen des Kalkes frei werdende Wärme sich nicht wesentlich erhöht. Aufmerksamkeit ist auf sofortige Berührung des Kalkpulvers mit der Zuckerlösung zu verwenden; bleibt der Kalk auf dem sich bildenden Schaume liegen und findet er hier Gelegenheit, sich zu löschen, so ist dieser Teil für die spätere Ausscheidung des Zuckers wertlos und bedingt einen entsprechend höheren Verbrauch an Kalk. Beim Eintragen der ersten

Anteile beobachtet man Temperatursteigerungen von 6 bis 8°; bei der großen Kühlfläche des Apparates genügen jedoch wenige Minuten, um die Normaltemperatur von 15° wieder herzustellen. Man kann so fortgesetzt mit dem Eintragen des Kalkes vorgehen. Die ersten Mengen des Kalkes lösen sich auf; fährt man mit dem Zusatze fort, so beobachtet man, daß immer stärker werdende weiße Niederschläge erfolgen, und es wird sehr bald der Punkt erreicht, wo sämtlicher Zucker ausgefällt ist. Dieses ergiebt sich aus der Saccharometeranzeige der Flüssigkeit, welche dann 6,5° Saccharometer zeigt.

Die zur Ausfällung des Zuckers erforderlichen Kalkmengen sind sehr hoch. Im Fabrikbetriebe zu Sarstedt, wo dies Verfahren zuerst im Großen ausgeführt wurde, kommt die Lösung von 250 kg Melasse in den Kühlmaischer und erhält 10 bis 12 Portionen Kalkpulver von 20 bis 25 kg; im Durchschnitte ist anfänglich auf 100 kg Melasse 85 kg Kalkpulver verbraucht. Diese Menge ist jedoch nach neueren Erfahrungen zu hoch. Man erreicht eine vollständige Abscheidung des Zuckers bei Verwendung von 93,4 kg Kalk auf 100 kg des in der Melasse enthaltenen Zuckers.

Das ausgeschiedene Kalk-Saccharat wird in Filterpressen mit Auswaschvorrichtung von der anhängenden Lauge befreit. Beim Einführen der Flüssigkeit ist ein zu starker Druck zu vermeiden, da die Kuchen sonst dem Durchgange des Waschwassers zu großen Widerstand entgegensetzen. Übersteigt der Druck nicht $1^1/_2$ Atmosphären, so erhält man lose, sich leicht auswaschende Kuchen. Die abfließenden Laugen enthalten 0,4 bis 0,6 Proz. Zucker, ihr Volumen beträgt 6 bis 8 hl pro Centner Melasse; der hierin enthaltene, jedoch zu gute zu machende Zucker beträgt demnach 6 bis 8 Proz. des Zuckergehaltes der Melasse.

Nachdem das Saccharat von der Lauge befreit ist, wird der Auswaschprozeß begonnen, indem man möglichst kaltes, am besten mit Kalk gesättigtes Wasser durch die in der Filterpresse befindlichen Schlammmassen treibt. Die ersten unreinen Waschwasser läßt man zu den abgedrückten Laugen gehen und benutzt die späteren reineren Wasser zum Lösen der Melasse bei der nächsten Operation. Dabei verwendet man zum Waschen so viel Wasser, daß das abfließende Waschwasser gerade den Wasserbedarf beim Lösen deckt.

Der einzige Verlust von Zucker, welcher bei diesem Verfahren stattfinden kann, findet sich in den von den Filterpressen abfließenden

Laugen. Um diesen Anteil zu gewinnen, hat man die Flüssigkeit nur bis auf 90° zu erwärmen, wobei sich unlöslicher Zuckerkalk ausscheidet. Zu dieser Erwärmung reichen die Retourdämpfe der zur Entzuckerung erforderlichen Maschinen gerade aus. Der so abgeschiedene Zuckerkalk wird in Filterpressen gesammelt und mit heißem Wasser gewaschen. Seine Menge entspricht durchschnittlich 3,6 kg Zucker für einen metrischen Centner Melasse. Dieser Zuckerkalk hat einen Reinheitsgrad von 85 bis 88 und könnte demnach füglich mit Rübensaft verarbeitet werden. Da aber das Hauptprodukt von viel höherer Reinheit ist, so hält man diesen Teil des Zuckerkalkes abgesondert und führt ihn in den Betrieb zurück, indem man ihn bei der nächsten Operation dazu benutzt, um die Melassenlösung, in welcher der Zuckerkalk sehr leicht löslich ist, mit Kalk zu sättigen.

Wird der nach diesem Verfahren erhaltene Zuckerkalk genügend ausgewaschen, was nach oben gesagtem ohne Zuckerverlust geschehen kann, so besitzt er einen hohen Grad von Reinheit; das Verhältnis zwischen Zucker und Nichtzucker ist, abgesehen vom Kalke, oft ein günstigeres, als selbst bei gereinigten Rübensäften, so daß man letztere mit Ausscheidungs-Zuckerkalk in der Regel *verbessert*. Nur *ein* Nichtzuckerstoff findet sich in demselben zuweilen in größeren Mengen, nämlich die *Raffinose* (s. S. 59). Diese *nicht süß schmeckende* Zuckerart wird durch Kalk ebenso, wie durch Strontian, aus der Melasse ausgefällt. Wird nun Rübensaft mit solchem Zuckerkalk geschieden, so wird der vorher unmerkliche Raffinosegehalt desselben vermehrt, die später entfallenden Syrupe sind raffinosereicher, als reine Rübensyrupe und liefern dann wieder um so raffinosereicheren Zuckerkalk. Durch diesen fortwährenden Kreislauf häuft sich die Raffinose so stark an, daß sie schließlich auch im Zucker sich findet, und zu Differenzen mit der Steuerbehörde (beim Export) und mit den Käufern führen kann. Diesen Übelstand zu vermeiden giebt es nur ein Mittel, nämlich, alljährlich die gesamte Melasse zu verkaufen und jede Kampagne mit gekaufter, noch nicht einem Entzuckerungsprozesse unterworfen gewesener Melasse zu beginnen. Die raffinosehaltige Melasse findet in der Spiritusbrennerei einen willigen Abnehmer, da die Raffinose ebenfalls mit Hefe vergärt, wenn sie auch weniger Alkohol liefert, als Rohrzucker.

Die große Reinheit des Ausscheidungs-Zuckerkalkes gestattet es auch, denselben unabhängig von der Rübenverarbeitung auf Zucker,

selbst auf Raffinaden, zu verarbeiten, doch dürfte dieses Geschäft nur bei besonders günstigen Marktkonjunkturen lohnend sein; eine solche Konjunktur lag z. B. vor wenigen Jahren vor, als der Preis für 100 kg Melasse nur für besonders frachtgünstig gelegenen Zuckerfabriken 1,60 bis 1,70 Mark, für ungünstig gelegene aber nur 70 Pfennig bis 1 Mark betrug.

Bei Verarbeitung des Zuckerkalkes für sich scheidet man einen großen Teil des Kalkgehaltes desselben in Form von Kalkhydrat ab, ehe man denselben der Saturation unterwirft. Zu dem Zwecke wird der Zuckerkalk in einem mit Rührwerk versehenen eisernen Gefäße bei einer Temperatur von 70° mit saturiertem Dünnsafte gerührt, den man bei einer vorhergehenden Operation erhalten hatte. Es scheidet sich ein feiner, weißer Schlamm von Kalkhydrat aus, den man mit Filterpressen abfiltriert und mit Wasser auswäscht. Das ausgewaschene Kalkhydrat kann für ordinäre Maurerarbeiten verwendet werden; für feinere Arbeiten (Putz und dergl.) eignet es sich trotz seiner feinen Form nicht, weil es immer 0,8 bis 1 Proz. Zucker und außerdem kleine Mengen anderer organischer Stoffe enthält, die zur Entstehung brauner Flecken, z. B. an den Wänden, Veranlassung geben. Die vom Kalkhydrat befreite Zuckerlösung wird wie gewöhnlicher, geschiedener Rübensaft saturiert und weiter behandelt.

Diese Abscheidung von Kalkhydrat aus dem Saccharat ist auch da zu empfehlen, wo man große Mengen Melasse mit den Rüben zusammen verarbeiten will. Man setzt dann dem Rohsafte nur so viel Zuckerkalkmilch zu, als zu einer guten Scheidung nötig ist, und läßt dann in die zweite Saturation entkalkte Saccharatlösung, die nur eine Alkalität von etwa 0,25 Proz. hat, einlaufen. Abgesehen von der Gewinnung des Kalkhydrats erreicht man dabei eine bedeutende Verminderung des Scheideschlammes und eine Beschleunigung der Saturation, also der Arbeit überhaupt.

Als Schattenseiten des Ausscheidungsverfahrens sind zwei Punkte hervorzuheben, nämlich der große Bedarf an Kühlwasser, welcher nicht überall zu beschaffen ist, und ferner die große Menge und erhebliche Verdünnung der Abfalllauge. Letztere beträgt, wie oben erwähnt, das Sechs bis Achtfache der Menge der verarbeiteten Melasse und hat dabei nur eine Dichte von 6,5° Saccharometer. Wollte man die wertvollen Bestandteile der Lauge opfern und sie mit den übrigen Abfluß-

wässern beseitigen, so würden sich Schwierigkeiten wegen erheblicher Verunreinigung der Wasserläufe ergeben. Andererseits ist die Lauge wegen ihrer großen Verdünnung landwirtschaftlich kaum zu benutzen, da sie irgend weiteren Transport nicht lohnt. Es bleibt daher nichts übrig, als zunächst durch Saturation den größeren Teil des Kalkes zu entfernen und sie dann bis auf eine solche Konzentration zu verdampfen, daß sie für die Landwirtschaft nutzbringend verwertet werden kann.

Viertes Kapitel.

Die Strontianmethoden.

Bereits 1849 ist von Dubrunfaut und Leplay für Frankreich ein Patent auf die Abscheidung des Zuckers mittelst Strontianhydrates, als Zusatz zu einem Barytverfahren, genommen, aber niemals praktisch ausgeführt worden. Mehr als zwanzig Jahre später ist dann von Max Fleischer das Verhalten der Zuckersäfte zu Strontianhydrat von neuem studiert und ein darauf begründetes Verfahren zur Entzuckerung der Melassen in den Fabriken Dessau und Waghäusel eingeführt worden. Unabhängig von diesen Fabriken, die ihre Arbeitsweise in das tiefste Geheimnis hüllten, fand dann Scheibler die Bedingungen auf, durch deren Erfüllung die Abscheidung des Zuckers durch Strontianhydrat allein ermöglicht wird. Später wurde dann noch von Scheibler ein anderes, ebenfalls auf die Verwendnng des Strontianhydrates begründetes Verfahren erfunden, welches ihm, wie das vorige, patentiert wurde. Beide Methoden sind daher getrennt zu besprechen.

1. Die Arbeit nach D. R.-P. 15 385. (Patent abgelaufen.)

Trägt man in eine mäßig verdünnte heiße Zuckerlösung Krystalle von Strontianhydrat ein, bis die Lösung mit Strontian gesättigt ist, und erhitzt man zum Sieden, so scheidet sich der Zucker in Verbindung mit Strontian, als Bistrontium-Saccharat in Form eines dichten sandigen, schweren Niederschlages aus. Das Bistrontium-Saccharat ist nur bei Siedehitze beständig, beim Erkalten zersetzt es sich unter Abspaltung von Zucker. Dasselbe muß daher im siedend heißen Zustande aus der Flüssigkeit, in der es gebildet worden ist, durch

Filtration abgeschieden und mit kochendem Wasser gewaschen werden. In dieser heißen Abscheidung und heißen Waschung liegt der Schwerpunkt des ganzen Verfahrens.

Läßt man das gewaschene Bistrontium-Saccharat mit kaltem Wasser in Berührung, so wird es zersetzt. Es scheidet sich in kaltem Wasser schwer lösliches Strontianhydrat in Krystallen ab, während eine verhältnismäßig wenig Strontian enthaltende Lösung von reinem Zucker verbleibt, aus welcher der Rest des Strontians leicht mit Kohlensäure ausgefällt werden kann.

Der praktischen Ausführung des Verfahrens stellte sich als Schwierigkeit anfangs die kaum mögliche Beschaffung der erforderlichen Mengen des Strontianmateriales entgegen, da nur wenige und spärliche Fundstellen desselben bekannt waren. Die Natur liefert uns das Strontian nur in zwei Formen: als Strontianit oder kohlensaures Strontian, und als Cölestin oder schwefelsaures Strontian, und von diesen beiden Mineralien ist nur das erstere direkt zur Darstellung von Strontianhydrat verwendbar. Es hätte an der Seltenheit dieser Mineralien das ganze Verfahren scheitern müssen, wenn nicht in Westfalen ein reichliches Vorkommen von Strontianit erschlossen und bald darauf in Sizilien ein als unerschöpfbar geschildertes Lager von Cölestin gefunden wäre, dessen sich die Technik bereits bedient, um daraus auf indirektem Wege Strontianhydrat darzustellen.

Die Abscheidung des Zuckers aus der Melasse erfolgt nach Scheibler's Angaben auf folgende Weise:

In einer mit einem Rührwerke und einer Heizschlange versehenen Pfanne wird eine bei späteren Operationen erhaltene Waschflüssigkeit, die 10 bis 13 Proz. krystallisiertes Strontianhydrat enthält, zum Sieden erhitzt und durch Hinzufügung von krystallisiertem Strontianhydrat auf einen Gehalt von etwa 20 bis 25 Proz. gebracht. Die Menge dieser Flüssigkeit soll sich zu der zu verarbeitenden Melasse wie 3 zu 1 verhalten. Alsdann giebt man ungefähr die Hälfte der Melasse hinzu, verstärkt das Kochen, fügt demnächst unter beständigem Rühren das noch fehlende Strontianhydrat zu, um zuletzt nach geschehener Auflösung desselben die zweite Hälfte der Melasse ebenfalls einzutragen. Schließlich wird durch weiteren Zusatz von Strontianhydrat die Alkalität der Flüssigkeit auf 12 bis 14 Proz. gebracht, und die Operation ist dann nach kurzem Aufkochen beendet. Das Verhältnis von Strontian-

hydrat und Melasse ist derartig zu bemessen, daß auf 1 Teil Zucker der Melasse $2^1/_2$ Teile kryſtallisiertes Strontianhydrat kommen und die Flüssigkeit schließlich die angegebene Alkalität, die jedesmal durch Titrieren festzustellen ist, bewahrt.

Die beschriebene Art, das Strontianhydrat und die Melasse in zwei und mehr Anteilen statt auf einmal in die Fällungspfanne zu bringen, bietet den Vorteil, daß dabei die ganze Reaktion in einer viel geringeren Gesamtmenge von Flüssigkeit, also in einer bedeutend konzentrierteren Lösung, sich vollziehen läßt. Durch das in dem ersten Anteile sich ausscheidende Saccharat wird die Lösung ärmer an Strontian und daher wieder befähigt, später neue Mengen desselben aufzunehmen und in Reaktion treten zu lassen.

Nach beendeter Ausscheidung ist das Bistrontium-Saccharat so rasch wie möglich von der Lauge, welche neben dem Überschusse des Strontianhydrates alle fremden Bestandteile der Melasse enthält, zu trennen. Zu diesem Behufe wird die siedend heiße Flüssigkeit samt dem Niederschlage durch ein am Boden der Pfanne befindliches Ventil in eine Rinne und von dieser auf Filter geleitet. Die Filter (sogen. Nutschen) haben die Gestalt eines der Länge nach durchschnittenen Cylinders, dessen nach oben gerichtete Schnittfläche mit einem gelochten Eisenbleche abgedeckt ist. Dies Blech dient als Träger eines mit Filterleinwand bespannten Drahtsiebes. Die Siebfläche ist von einem Rahmen umgeben, der am Rande des Cylinders durch Klemmschrauben befestigt ist. Beim Zulassen der Flüssigkeit wird der unter der Siebfläche befindliche Raum des Cylinders durch die Thätigkeit einer Luftpumpe luftleer gemacht, wodurch die Flüssigkeit mit großer Geschwindigkeit durch den Druck der Atmosphäre abgepreßt und in den unteren Raum des Filters getrieben wird, während der Niederschlag von der Leinwand zurückgehalten wird. Sobald sich eine dem Fassungsraum des Cylinders entsprechende Menge von Flüssigkeit angesammelt hat, wird der Zufluß auf ein anderes Filter gestellt und die braune Lauge, nachdem Luft in den Cylinder gelassen ist, durch eine Ablaufrinne zur weiteren Verarbeitung entleert. Ist dies geschehen, so wird der Cylinder wieder luftleer gemacht und der Niederschlag auf dem Filter mit siedend heißer Lösung, welche 10 Proz. reines Strontianhydrat enthält, übergossen. Um ein gleichmäßiges Durchdringen der Waschflüssigkeit zu sichern, ist darauf zu halten, daß alle Risse und Spalten,

welche sich leicht in dem das Filter bedeckenden Niederschlage bilden, sofort verstrichen werden, da sonst eine gleichmäßige Verdrängung der braunen Lauge nicht stattfinden würde. Mit dem Aufgießen der Strontianlösung wird fortgefahren, bis der Niederschlag in seiner ganzen Masse nur noch eine ganz schwach gelbliche Farbe zeigt. Die durch den Niederschlag gegangene Waschflüssigkeit wird durch eine Rinne der Zersetzungspfanne zugeführt und dient dann, nachdem sie, wie oben beschrieben, mit Strontianhydrat angereichert ist, zur neuen Bildung von Saccharat.

Neben dieser Waschflüssigkeit erhält man daher bei der Filtration einerseits gewaschenes Saccharat und andererseits braune, noch viel Strontian gelöst enthaltende Lauge.

Die braune Lauge fließt in eiserne Kasten und scheidet beim Erkalten eine reichliche Menge von Strontiankrystallen ab, die, von der Mutterlauge getrennt, in den Betrieb zurückkehren und zur Anreicherung der Waschflüssigkeit in der Zersetzungspfanne dienen.

Die Mutterlauge enthält noch eine gewisse Menge von Strontianhydrat und außerdem Strontiansalze, die zusammen wiedergewonnen werden, indem man mit Kohlensäure saturiert und dabei etwas kohlensaures Natrium oder kohlensaures Kalium zufügt. Die endlich verbleibende, von dem ausgeschiedenen kohlensauren Strontian getrennte Flüssigkeit wird entweder als Dünger verwertet, oder eingetrocknet und nach dem Verbrennen der organischen Substanz auf kohlensaures Kalium (Schlempekohle) verarbeitet. Der kohlensaure Strontian wird durch Glühen auf gleich zu beschreibende Weise in Strontian umgewandelt.

Das auf den Filtern zurückbleibende gewaschene Strontium-Saccharat wird in eine Strontian enthaltende Zuckerlösung und Strontianhydrat zerlegt und zu diesem Behufe in eisernen Kasten mit einer in der Kälte gesättigten Strontianlösung übergossen. Diese Kasten werden auf Wagen, welche auf Schienen laufen, einem Kühlhause zugeführt, in welchem die Temperatur auf weniger als 10° erhalten wird, indem während der wärmeren Jahreszeit in Eismaschinen gekühlte Luft hindurchgeleitet wird. Das Kühlhaus besteht aus langgestreckten kanalförmigen Räumen, in die die mit den Saccharatkasten gefüllten Wagen nacheinander ein- und vorwärts geschoben werden; Ventilatoren besorgen hier einen steten Luftwechsel, um die mit Feuchtigkeit beladene

Luft zu beseitigen. Die zur Zerlegung des Strontium-Saccharates erforderliche Zeit schwankt, je nach der Temperatur des Kühlhauses, zwischen 24 und 72 Stunden. Ist die Zersetzung beendet, so ist die ganze Masse des Saccharates in ein zusammenhängendes Haufwerk von Strontianhydratkrystallen, durchtränkt von einer an Zucker reichen Flüssigkeit, umgewandelt. Durchschnittlich wird so die Hälfte des in dem Saccharate enthaltenen Strontians als Hydrat wiedergewonnen, während die andere Hälfte in Lösung bleibt. Unter günstigen Abkühlungsverhältnissen erreicht jedoch die abgeschiedene Menge des Strontianhydrates einen wesentlich höheren Betrag.

Zur Trennung der Strontiankrystalle von der Zuckerlösung werden die Kasten auf einer Siebplatte, die ein Reservoir überdeckt, umgestülpt, wobei die Krystalle auf dem Siebe bleiben, während die Lösung in das Reservoir abfließt. Nachdem letztere so weit wie möglich abgetropft ist, werden die Krystalle mit etwas recht kaltem Wasser besprengt und schließlich in einer Centrifuge von der noch anhängenden Zuckerlösung befreit, wobei ein schwaches Nachdecken mit wenig, möglichst kaltem Wasser vorgenommen wird. Die hier erhaltenen reinen Krystalle dienen teils zur Bereitung der Lösung, welche zum Waschen des auf den Filtern gesammelten Saccharates benutzt werden muß, teils zur Bildung des Saccharates aus der Melasse.

Die von den Strontiankrystallen abgesonderte Flüssigkeit, samt dem Waschwasser und dem Centrifugenablauf, kommt zur Saturation. Es dienen dazu die gewöhnlichen Saturationsapparate, die aber außer der Heizschlange und dem Kohlensäurerohr noch eine Rührvorrichtung haben, durch welche einer Ablagerung des sehr schweren Niederschlages von kohlensaurem Strontian vorgebeugt werden soll. Die erforderliche Kohlensäure wird dem Strontianitbrennofen entnommen. Die Einleitung derselben beginnt bei einer Temperatur von 60° C. und wird fortgesetzt, bis der Saft nur noch eine Alkalität von 0,04 bis 0,06 Proz. Strontiumoxyd zeigt. Der Saft samt dem Niederschlage wird durch Filterpressen getrieben und der in den Pressen zurückbleibende Schlamm von kohlensaurem Strontian einer gründlichen Waschung mit heißem Wasser unterworfen. Die ersten Waschwasser gehen zum Zuckersafte, die späteren, an Zucker armen, können, nachdem sie völlig erkaltet sind, zum Waschen der Strontiankrystalle und in der Centrifuge zum Decken verwandt werden.

Die aus den Filterpressen abfließende Zuckerlösung wird zum zweitenmale, und nun bei Siedehitze, saturiert, um den letzten Rest des Strontians zu entfernen. Nachdem der hier abgeschiedene kohlensaure Strontian in einer Filterpresse vom Safte gesondert ist, hat man eine Zuckerlösung, deren Reinheit 99 und mehr beträgt und ohne weiteres auf Konsumware verarbeitet wird.*)

Der in den Filterpressen verbleibende Schlamm von kohlensaurem Strontian, und zwar sowohl der, welcher aus der reinen Zuckerlösung, sowie der, welcher von der oben erwähnten braunen Mutterlauge stammt, ist auf Strontianhydrat zu verarbeiten. Zu diesem Zwecke werden die Schlammmassen mit Sägespänen oder sonstigem Material und Theer gemischt und in Maschinen zu Ziegeln gepreßt, wobei man den reinen oder weißen Schlamm von dem unreineren, aus der Mutterlauge stammenden gesondert läßt. Die Ziegel werden wie Thonsteine getrocknet und dann in Mendheim'schen Ringöfen, zusammen mit dem zur Ergänzung der Abgänge erforderlichen Strontianit, gebrannt. In den Kammern des Ringofens werden zu unterst gröbere Stücke von Strontianit eingesetzt (der dem Mineral beigemengte Grus wird auf Kugelmühlen gemahlen und mit dem weißen Schlamme zu Ziegeln geformt), über diese Stücke kommen die aus weißem Schlamme geformten Ziegel, der oberste Raum der Kammern wird mit den Ziegeln aus braunem Schlamme gefüllt. Diese Anordnung der verschiedenen Sorten von Ziegeln ist erforderlich, weil die letzteren stets eine gewisse Menge von aus der Melasse herstammenden Salzen enthalten, durch welche sie sehr zur Schlackenbildung geneigt gemacht werden. Die Zersetzung des kohlensauren Strontians erfordert eine sehr hohe Temperatur. Die aus dem Brennofen entweichenden Gase finden, nachdem sie ihre Wärme großenteils in den kälteren Kammern abgegeben haben, Verwendung zur Saturation.

Das gebrannte Material wird mit Wasser oder einer dünnen Strontianlösung übergossen, wobei es, ähnlich dem gebrannten Kalke, zu einer Schlammmasse zerfällt, die von den gröberen, aus unvollkommen gebrannten Stücken oder fremden Bestandteilen bestehenden Massen abgelassen und unter beständigem Umrühren zum Kochen er-

*) Da der auf diese Weise erzeugte Konsumzucker nie rein weiß wird, hat man in neuerer Zeit zum Zwecke der Entfärbung in den meisten Strontian-Entzuckerungs-Anstalten wieder Knochenkohle eingeführt.

hitzt wird, wobei das Strontianhydrat sich löst und bald eine kristallisationsfähige Lauge bildet, die, nachdem sie sich geklärt hat, in Kristallisierbehälter abgelassen wird. Der zurückbleibende Schlamm wird von neuem mit Wasser ausgekocht und die Lösung mit frisch gelöschtem Schlamme angereichert. Durch methodisch fortgesetztes Auskochen wird dem Schlamme alles Lösliche entzogen und die Lösung auf geeignete Weise angereichert. Die Rückstände, welche beim Löschen und Lösen des Schlammes verbleiben, werden wieder zu Ziegeln geformt, von neuem gebrannt und dem gleichen Lösungsprozesse unterworfen. Die hierbei verbleibenden unlöslichen Anteile werden als unbrauchbar beseitigt.

2. Die Arbeit nach dem D. R.-P. 22 000 und 26 597.

(Patente abgelaufen.)

Diese beiden Patente sind in dem Hauptpunkte gänzlich verschieden von dem vorhergehenden. Während dort der Zucker als Bistrontium-Saccharat abgeschieden wird, wird er hier als Monostrontium-Saccharat, eine Verbindung, die, auf die gleiche Menge von Zucker bezogen, nur halb soviel Strontian wie jene enthält, gewonnen.

Zur Darstellung des Monostrontium-Saccharates stellt man aus 1 Teil kristallisiertem Strontianhydrat und 3 Teilen Wasser von 70 bis 80° C. eine bei dieser Temperatur gesättigte Lösung her und läßt in diese unter Umrühren soviel Melasse einfließen, bis der in der zugeführten Melasse enthaltene Zucker seiner Menge nach dem gelösten Strontianhydrate gleich ist. Die so gebildete Lösung von Monostrontium-Saccharat zeigt beim Erkalten ein eigentümliches Verhalten. Bleibt sie ruhig stehen, so scheidet sich nach einiger Zeit kristallisiertes Strontianhydrat daraus ab; wird sie aber kräftig bewegt oder mit etwas kristallisiertem Monostrontium-Saccharat vermischt, so erstarrt sie alsbald zu einem Kristallbrei von Monostrontium-Saccharat. Die Bildung desselben durch bloße Bewegung herbeizuführen, gelingt nicht immer, es ist daher zweckmäßig, vor Beginn des Betriebes sich eine kleine Menge des Materiales aus irgend einer anderen Quelle zu verschaffen.

Nach dem Erstarren wird der Kristallbrei durch Rühren verflüssigt, worauf die Kristalle in der Filterpresse, auf Absaugefiltern

oder in Zentrifugen von der braunen, alle fremden Bestandteile enthaltenden Lauge getrennt und durch Waschen mit kaltem Wasser, oder besser mit einer kalt gesättigten Strontianlösung, gereinigt werden. Die Menge des in dem ausgeschiedenen Saccharate enthaltenen Zuckers beträgt zwei Drittel bis drei Viertel von dem in der Melasse zugeführten, während 25 bis 33 Proz. des Gesamtzuckers in die braune Lauge übergehen. Um diesen Anteil zu gewinnen, kann man entweder, nach D. R.-P. 22 000, die Lauge mit Strontianhydrat sättigen und durch Kochen Bistrontium-Saccharat daraus abscheiden, oder zweckmäßiger wird die Lauge, nach D. R.-P. 26 597, auf 70° C. erwärmt und wieder mit Melasse und Strontianhydrat in dem Verhältnisse, wie es zur Bildung von Monostrontium-Saccharat erforderlich ist, versetzt, abgekühlt und durch Einwerfen von etwas Monostrontium-Saccharat zur Kryställisation gebracht. Die von diesen Krystallen abgesonderte Lauge wird wieder auf gleiche Weise behandelt und so fort, bis endlich die Lauge durch ihre Dickflüssigkeit Schwierigkeiten bei der Trennung von den Krystallen verursacht. Dies tritt gewöhnlich nach sechs- bis achtmaligem Eintragen von frischer Melasse ein. Da die Zuckerverluste dem Volum der Lauge entsprechend sind, so steigern sie sich bei dieser Arbeitsweise nicht im Verhältnisse der Menge der verarbeiteten Melasse, sondern verringern sich immer mehr. Ist der Zuckerverlust bei einmaliger Arbeit 25 Proz., so wird, wenn das Volum der Lauge nicht wesentlich vergrößert wird, der Verlust bei sechsmaliger Arbeit nur noch 4 Proz. und bei achtmaliger Arbeit nur noch 3 Proz. des in der Melasse zugeführten Zuckers betragen. Unter diesen Umständen kann die letzte Lauge, nachdem der darin gelöste Strontian durch Saturation wiedergewonnen ist, beseitigt werden, und man erhält dann eine so konzentrierte Abfalllauge, wie bei keinem anderen Verfahren.

Zur Abscheidung des Zuckers aus dem Monostrontium-Saccharate wird es in heißem, aber nicht kochendem Wasser gelöst und die Lösung in Kryställisiergefäßen ruhig erkalten gelassen. Es scheiden sich dabei reichliche Mengen von Strontianhydrat aus, während eine sehr reine, wenig Strontian enthaltende Zuckerlösung übrig bleibt. Diese wird von den Krystallen getrennt und saturiert, wie bei dem vorigen Verfahren beschrieben ist.

Dieses letztere Verfahren hat vor dem vorigen, nach Scheibler, folgende Vorzüge:

1. Wegfall kostspieliger Kühlräume, Kühlkasten und Kalklufmaschinen, an deren Stelle einfache Kühler, am besten Gegenstromkühler, zum Abkühlen der Lösungen treten.

2. Bedeutende Verringerung der Kryſtalliſiergefäße für das Strontianhydrat, da ſtatt des kryſtalliſierten Hydrates ſofort die heiß bereiteten, geſättigten Löſungen desſelben benutzt werden können.

3. Geringerer Gebrauch von Strontianhydrat, da nur etwa ein Drittel der Menge desſelben erforderlich iſt.

4. Dementſprechend ein geringerer Verluſt an Strontian.

5. Größere Reinheit der gewonnenen Zuckerfüllmaſſen.

Die genaueren Einzelheiten dieſes Verfahrens ſind von Scheibler in der Neuen Zeitſchrift für Rübenzucker-Induſtrie, Band 16, Seite 1 und Seite 13 ff. beſchrieben, auf welche Abhandlung verwieſen ſei.

Fünftes Kapitel.

Die Barytmethoden.

Von allen Methoden zur Entzuckerung der Melasse ist diejenige, welche auf der Umwandlung des Zuckers in Baryum-Saccharat beruht, am längsten bekannt. Sie wurde schon 1849 von Dubrunfaut und Leplay beschrieben. Von allen übrigen unterscheidet sie sich durch leichte Ausführbarkeit. Man braucht nur eine heiße Lösung von Barythydrat mit soviel Melasse zu versetzen, daß auf 1 Molekül Zucker 1 Molekül Baryt kommt, worauf sich das Mono-Baryum-Saccharat als schwerer, sandigkörniger Niederschlag ausscheidet, der durch Waschen mit kaltem Wasser, ohne dabei Zersetzung zu erleiden, leicht von allen fremden Stoffen befreit und durch Behandlung mit Kohlensäure zerlegt werden kann.

Die früher gehegten Befürchtungen wegen der Giftigkeit der löslichen Baryumverbindungen haben sich als unbegründet erwiesen, in so fern, als man imstande ist jede Spur von Baryt aus den Zuckerlösungen zu entfernen. Hingegen scheiterten alle Versuche mit diesem Verfahren an dem Umstande, daß die Regenerierung des Barytes aus dem Karbonat durch Brennen unüberwindliche Schwierigkeiten bietet. Die Hitze, welche man hierfür bedarf, ist eine so große, daß kein Ofen derselben bisher widerstehen konnte, wozu noch kommt, daß der Baryt mit dem Ofenmateriale zusammenschmilzt.

Dieser Übelstand würde vermieden werden bei Anwendung des Verfahrens von Zscheye und Maun, welche statt des Barythydrates Chlorbaryum verwenden. Vermischt man nämlich Zuckerlösungen in

bestimmter Reihenfolge mit Chlorbaryum und Alkalihydrat, so entsteht aus dem Chlorbaryum vorübergehend Barythydrat, und dieses verbindet sich im Augenblicke seiner Entstehung mit dem Zucker zu Baryum-Saccharat. Letzteres wird nach dem Waschen durch Kohlensäure zerlegt und das entstehende Baryum-Karbonat durch Behandlung mit Salzsäure wieder in Chlorbaryum verwandelt.

Doch auch dieses Verfahren scheint sich nicht bewährt zu haben, da die Erfinder ihr für dasselbe erteilte Patent haben verfallen lassen. Wahrscheinlich sind die Kosten für Alkali und Salzsäure zu hohe.

Ein theoretisch sehr gut durchdachtes Verfahren ist Dr. H. R. Langen in Euskirchen patentiert (D. R.-P. Nr. 92712, 94101, 94102, 96433 und 97502), doch scheint dasselbe noch an großen technischen Schwierigkeiten zu leiden. In großen Zügen geschildert ist der Prozeß bei demselben folgender: Fein gemahlener schwefelsaurer Baryt (Schwerspath) wird mit Kohle gemengt in einem Muffelofen geglüht, bis derselbe zu Schwefelbaryum reduziert ist. Das Glühprodukt wird mit Wasser vermischt, wobei sich das Schwefelbaryum unter Zersetzung in Barythydrat und Baryumhydrosulfid, nach der Formel $2\,Ba\,S + 2\,H_2O = Ba\,O_2\,H_2 + Ba\,S_2\,H_2$, auflöst. Diese Lösung wird im richtigen Verhältnisse heiß mit Melasse vermischt, wobei sich das Barythydrat mit dem Zucker zu sich ausscheidendem Baryumsaccharat verbindet, das Baryumhydrosulfid aber in der Lauge verbleibt. Das in Filterpressen ausgewaschene Baryumsaccharat wird mit Kohlensäure saturiert und ergiebt dabei einen vollkommenen farblosen Zuckersaft mit einem Reinheitsquotienten von etwa 99 Proz., während der Baryt sich als unlöslicher kohlensaurer Baryt ausscheidet.

Die Mutterlauge wird ebenfalls mit Kohlensäure behandelt, wobei sämtlicher Schwefel in Gestalt von Schwefelwasserstoffgas entweicht und in einem Gasometer aufgefangen wird. Der Baryt scheidet sich dabei in Verbindung mit Kohlensäure unlöslich aus.

Aus dem Gasometer leitet man das Schwefelwasserstoffgas in einen Ofen, in welchem es zu schwefliger Säure verbrannt wird (Formel: $SH_2 + O_3 = SO_2 + H_2O$). Mit dieser schwefligen Säure wird der bei den früheren Operationen erhaltene kohlensaure Baryt in (ebenfalls unlöslichen) schwefligsauren Baryt verwandelt, den man darauf wieder mit Kohle, ebenso wie schwefelsauren Baryt, zu Schwefelbaryum reduzieren kann.

Die Zuckerlösung enthält nach der Saturation noch geringe Spuren von Baryt, die sich jedoch mit Leichtigkeit durch Zusatz von etwas Gypswasser in Gestalt von schwefelsaurem Baryt ausfüllen lassen.

Bei diesem Verfahren macht der zur Entzuckerung dienende Baryt einen ziemlich einfachen Kreislauf, die Hauptschwierigkeit desselben liegt aber in der Aufarbeitung der Mutterlauge, die bei der Saturation mit Kohlensäure so gewaltig schäumt, daß sie nicht in den Gefäßen zu halten ist. Auch das Verbrennen der Restlauge macht einige Schwierigkeiten, weil ihr der aus Entzuckerungslaugen anderen Ursprunges immer noch vorhandene, das Brennen derselben begünstigende Zucker fehlt. Wo man diese Laugen landwirtschaftlich zu verwerten imstande ist, würde das Verbrennen derselben wegfallen.

Sechstes Kapitel.

Das Wohl'sche Bleiverfahren.

Schon Berzelius und Mulder stellten durch Digestion von Zuckerlösung mit Bleioxyd ein Bisaccharat her, welches in Wasser vollkommen unlöslich war. Dubrunfaut, der dieses Saccharat im Jahre 1850 ebenfalls herstellte, versuchte Melasse mit Bleioxyd zu entzuckern, jedoch ohne Erfolg. Erst in neuerer Zeit wurden diese Versuche von Dr. A. Wohl in Charlottenburg wieder aufgenommen. Nach brieflicher Mitteilung des Erfinders fand derselbe im Jahre 1893, daß die Umsetzung zwischen Bleioxyd und Zucker auch bei Melasse glatt verläuft, wenn man letztere in konzentrierter Form und in der Wärme anwendet (D. R.-P. No. 85 024). Die nähere Untersuchung zeigte, daß die Reaktion wesentlich von der Natur des verwendeten Bleioxyds abhängt und daß nur die gelbe Modifikation desselben sich als verwendbar erwies (D. R.-P. No. 92 919). Ferner fand derselbe, daß alsdann die Reaktion schon bei gewöhnlicher Temperatur verläuft (D. R.-P. No. 92 920) und daß bei Zusatz von Alkali auch die Konzentration der Lösung ohne Einfluß ist.

Das auf diese Beobachtungen gegründete Verfahren wurde zuerst in einer Versuchsanlage in Cölln an der Elbe, dann (1898) in der Zuckerfabrik Broistedt in größerem Maßstabe ausgeführt, gab aber kein genügend günstiges Resultat, weil sich das Trocknen und Brennen so großer Massen von Bleioxyd als schwer durchführbar erwies. Das war die Veranlassung, die Regeneration des Bleioxyds auf nassem Wege einzuführen (D. R.-P. No. 96 544). Dieses Regenerationsverfahren beruht in der Hauptsache darauf, daß basisches Bleikarbonat

(Bleiweiß) sich bei Gegenwart von Zucker schon bei gewöhnlicher Temperatur glatt mit Alkali zu Bleisaccharat und Alkalikarbonat umsetzt, nach der Reaktions-Gleichung:

$Pb_2(OH)_2 . CO_3 + C_{12}H_{22}O_{11} + 2KOH = C_{12}H_{22}O_{11}, 2PbO + K_2CO_3 + H_2O$. Die Umsetzung ist so vollständig, daß die entfallenden Abfalllaugen O^0 polarisieren.

Durch Saturieren mit Kohlensäure wird das Bleisaccharat wieder in basisches Bleikarbonat verwandelt, welches zur Entzuckerung einer neuen Melasseportion Verwendung findet. Das Bleioxyd durchläuft also einen sehr einfachen Kreisprozeß, bei dem es niemals die Natur eines feuchten Niederschlages verliert, was für die Hygiene der Arbeit von Wichtigkeit ist.

Das verwendete Alkali ist in der Endlauge als Karbonat vorhanden und wird durch Eindampfen und Brennen im Schlempeofen wiedergewonnen. Durch Behandlung mit Kalkmilch wird das Alkalikarbonat ätzend gemacht und kann dann wieder der Mischung von Melasse mit Bleikarbonat zugemischt werden. Es ist jedoch nicht nötig, die ganze Endlauge zu brennen, vielmehr kann immer ein Teil derselben direkt mit Kalk kaustifiziert werden, nachdem man in demselben Schlempekohle aufgelöst hat. Neben dem Kreislaufe des Bleioxyds geht also noch ein zweiter Kreislauf her, nämlich der des Alkalis. Bei diesem zweiten Kreislaufe wird fortwährend ein Teil des letzteren, nämlich der, welcher aus der verarbeiteten Melasse entsteht, aus dem Betriebe ausgeschieden und kann als Schlempekohle verkauft werden. Dauernd verbraucht wird fast ausschließlich Kalk und zwar etwa 25 Proz. der Melasse.

Die erhaltenen Zuckersäfte sind fast farblos und zeigen einen scheinbaren Reinheitsquotienten von etwa 100 Proz.; die wirkliche Reinheit (unter Berücksichtigung der Raffinose) ist im Fabrikbetriebe 95 bis 96, doch gelang es erst nach weiteren Verbesserungen des Verfahrens, die Gegenstand einer neuen Patent-Anmeldung sind und daher hier nicht mitgeteilt werden konnten, eine so hohe Reinheit der Säfte zu erzielen. Die Zuckerlösungen sind von vorn herein absolut bleifrei.

Siebentes Kapitel.

Rückblick auf die verschiedenen Entzuckerungsmethoden.

Ein gültiges Urteil über die größeren oder geringeren Vorzüge der verschiedenen Entzuckerungsmethoden abzugeben, ist kaum möglich, weil der hier in Betracht kommende Hauptpunkt, die Größe der Ausbeute an krystallisiertem Zucker, bei den wenigsten mit Sicherheit festzustellen ist, da bei allen Zuckerkalkverfahren der Zucker nicht als solcher abgeschieden, sondern mit dem Rübensafte verarbeitet wird. Soviel ist aber wohl sicher, daß die ersten Annahmen, nach denen man aus 100 kg Melasse bis zu 45 kg Zucker gewinnen zu können glaubte, allzu sanguinisch waren und um eine bedeutende Größe verringert werden müssen. Die Schwierigkeit der Beurteilung der Ausbeute wird erhöht durch die Verschiedenartigkeit des der Entzuckerung unterzogenen Materials, denn während die Einen wirkliche Melasse, d. h. solche, aus welcher durch Verdampfung und Krystallisation kein Zucker mehr abzuscheiden ist, verarbeiten, wird in anderen Fabriken der Ablaufsyrup des zweiten Produktes, in einigen sogar der Schleudersyrup vom ersten Produkte der Entzuckerung unterzogen.

Sieht man von der früher für sich betrachteten Osmose ab, so wird man von der Wahrheit nicht weit entfernt bleiben, wenn man die durchschnittliche Ausbeute bei den verschiedenen Kalkverfahren auf etwa 36 bis 40 Proz. vom Gewichte der Melasse beziffert. Innerhalb dieser Grenzen bewegen sich alle Angaben, und es scheint nicht, ob das eine oder das andere Verfahren erheblich unter oder über diesen Zahlen stände.

In selbständigen Melasseentzuckerungsanstalten läßt sich selbstverständlich die Ausbeute sehr genau berechnen. Nach den Ermittelungen der Steuerbehörde wurden in solchen Anstalten (mit Strontian) verarbeitet in metr:

	Melasse	Rohzucker	Raffinierter Zucker
1896/97	2 107 371	20 001	100 686
1897/98	2 262 862	37 544	126 060
Zusammen	4 370 233	57 545	226 746

und gewonnen

	Speisesyrup	Restmelasse	Rohzucker	Raffinade
1896/97	27 119	175 444	42 935	897 034
1897/98	32 829	205 050	60 352	948 756
Zusammen	59 948	380 494	103 287	1 845 790

Bringt man den eingeworfenen Zucker von dem produzierten in Abzug, indem man dabei allen Rohzucker im Verhältnisse von 10 : 9 in Raffinade umrechnet, so findet man, daß aus

4 370 233 metr Melasse gewonnen wurden
1 660 212 „ Raffinade,
59 948 „ Speisesyrup, und
380 494 „ Restmelasse.

Die direkte Ausbeute an Raffinade betrug demnach fast genau 38 Proz. der verarbeiteten Melasse. Nimmt man jedoch an, was von der Wahrheit nicht weit entfernt ist, daß die Restmelasse und der Speisesyrup mit der verarbeiteten Melasse gleichwertig sind, bringt dieselben also von letzterer in Abzug, so wurden die obigen 1660212 metr Raffinade aus nur 3 929 791 metr Melasse gewonnen, was einer Ausbeute von etwa 42 $^1/_4$ Proz. entspricht.

Als weiteres Kriterion für die Beurteilung der verschiedenen Methoden ist die Reinheit des erzielten Produktes heranzuziehen. In dieser Beziehung stehen ohne Zweifel die Strontianmethoden unerreicht da, insofern als sie Säfte liefern, aus denen unmittelbar Raffinerieprodukte dargestellt werden können. Ihnen zunächst folgen die Kalk-Wassermethoden, Substitution und Ausscheidung, deren Saccharate hoch gereinigt werden können und nach der Saturation Säfte liefern, die in ihren Reinheitsgraden nicht weit von den Stron-

tianſäften entfernt ſind. Die Kalk-Alkoholmethoden bleiben in dieſer Beziehung weit zurück. Iſt bei ihnen auch die Reinheit der Saccharate gegen früher erhöht worden, ſo dürfte ſie doch nur ausnahmsweiſe die Zahl 90 erreichen, meiſtens aber darunter bleiben.

Die wichtigſte Frage, die des Koſtenpunktes, iſt am ſchwierigſten zu löſen, indem nur für vereinzelte Verfahren Angaben in dieſer Beziehung vorliegen und jeder Erfinder das ſeinige ſelbſtverſtändlich am meiſten zu loben ſuchen wird. Das Strontianverfahren arbeitet unzweifelhaft mit dem teuerſten Rohmaterial, deſſen Koſten durch die ungewöhnlich hohen Hitzegrade, welche zum Brennen des Strontianits erforderlich ſind, noch erhöht werden. Die Kalk-Waſſermethoden haben gegenüber den Kalk-Alkoholmethoden den Vorteil, keines Alkohols zu bedürfen. Von allen Entzuckerungsmethoden mittelſt Kalk wird die Ausſcheidung noch am meiſten angewendet, was wohl darauf ſchließen läßt, daß ſie auch in Hinſicht auf den Koſtenpunkt die vorteilhafteſte iſt.

Was die Barytmethoden anlangt, ſo ſcheinen dieſelben durch das Wohl'ſche Bleiverfahren überflügelt zu werden, doch muß auch für dieſes erſt noch die Zukunft die Lebensfähigkeit erweiſen.

Anhang.

Pläne von Zuckerfabrik-Anlagen.

(Hierzu fünf Tafeln.)

In Anlage geben wir eine Reihe von Tafeln, von denen die ersten vier die Einrichtung einer im Jahre 1893 von der Halle'schen Maschinenfabrik und Eisengießerei gebauten Zuckerfabrik zeigen. Auf Tafel V ist die im Jahre 1897 von derselben Maschinenfabrik für eine tägliche Rübenverarbeitung von 9—10 000 metr errichtete Zuckerfabrik Friedrichsthal dargestellt.

In Tafel I bis IV bezeichnen die Zahlen folgende Teile:

Nr. 1a. Schwemmrinne für Landfuhrwerke.
„ 1b. Schwemmrinnen für Eisenbahn.
„ 2. Elevatorschnecke für Rüben.
„ 3. Schlammwasser-Hubrad.
„ 4. Quirlwäsche mit Steinfänger.
„ 5. Rübenelevator.
„ 6. Automatische Rübenwage.
„ 7. Rübenschneidemaschinen.
„ 8. Rechentransporteur zum Verteilen der Schnitzel in die Diffuseure.
„ 9. Diffusionsbatterie.
„ 10. Diffusionswasserkalorisator.
„ 11. Schnitzelelevator.
„ 12. Schnitzelverteilungsschnecke.
„ 13. Schnitzelpressen (neues Patent Bergreen).
„ 14. Schneckentransporteur zum Verladen der Schnitzel in die Landfuhrwerke.
„ 15. Diffusionsbetriebsmaschine.

Nr. 16. Scheidepfannen zur Trockenkalkscheidung.
„ 17. Saturationsscheidepfannen zur I. Saturation.
„ 18. „ „ II. „
„ 19. „ „ Dicksaftsaturation.
„ 20. Gegenstromkalorisator zum Anwärmen der von der Diffusion kommenden Säfte.
„ 21. Rohsaftkalorisator.
„ 22. Kalorisator für die II. Saturation.
„ 23. „ „ „ Dicksaftsaturation.
„ 24. Schachtkalkofen.
„ 25. Kühlglocke für Kohlensäure.
„ 26. Laveur für Kohlensäure.
„ 27. Dampfkohlensäurepumpe.
„ 28. Kohlensäuresammelgefäß.
„ 29. Doppelfahrstuhl für Kalksteine.
„ 29a. Trockenkalksammelrumpf für die Scheidung.
„ 29b. Kalkwage.
„ 30. Kalklöschbett
„ 31. Siebkasten
„ 32. Kalkmilchrührwerk
„ 33. Kalkmilchpumpe
} zu Korrekturen an der Alkalität der saturierten Dünn- und Dicksäfte.
„ 34. Schwefelofen.
„ 35. Luftkompressions-Wanddampfpumpe für den Betrieb des Schwefelofens.
„ 36. Filterpressen für die I. Saturation.
„ 37. „ „ „ II. „
„ 38. Hordenfilter für fertigen Dünnsaft.
„ 39. Filterpressen für Dicksaft.
„ 40. Schlammbahn.
„ 41. Schlammwagen.
„ 42. Dampfschlammpumpwerk.
„ 43. Dünnsaftkasten.
„ 44. Temperaturausgleicher.
„ 45. Hochdrucksaftkochapparat.
„ 46. Vierkörperverdampfapparat.
„ 47. Vakuumapparate, 600 und 300 Ctr. Inhalt.
„ 48. Hodek'sche Saftfänger.

Nr. 49. Gegenstromkondensatoren.
„ 50. Luftpumpenbalanciermaschine.
„ 51. Wasserhaltungsbalanciermaschine.
„ 52. Füllmassetransportschnecke.
„ 53. Submaischen.
„ 53a. Füllmassenkutsche.
„ 54. Centrifugen.
„ 55. Zuckertransportschnecke.
„ 56. Zuckerelevator.
„ 57. Zuckersieb mit Sammelrumpf.
„ 58. Zuckerwage.
„ 59. Zuckertransportwagen.
„ 59a. Zuckertransportgleise mit Wendeplatten.
„ 60. Fahrstuhl im Zuckerhause.
„ 61. Nachprodukten-Füllmassentransportschnecke.
„ 62. Nachproduktenmaische mit Pumpe.
„ 63. Syruppumpen.
„ 64. Betriebsmaschine für das Zuckerhaus.
„ 65. Dampfwasserpumpe.
„ 66. Betriebsdampfmaschine für die elektrische Beleuchtung.
„ 67. Dynamomaschine.
„ 68. Liesenberg'sches Wasserrad.
„ 69. Centrifugalpumpe für Diffusionsabwässer.
„ 70. Galloway-Zweiflammrohrdampfkessel.
„ 71. Dampfspeisepumpen.
„ 72. Hauptwasserreservoir.
„ 73. Fallwasserkasten.
„ 74. Dicksafteinziehkasten.
„ 75. Syrupeinziehkasten.
„ 76. Ablaufsyrupsammelreservoire.
„ 77. Kondenswassersammler.
„ 78. Reservoire für das II. Produkt.
„ 79. „ „ Melasse.
„ 80. Melasseketten pumpe.
„ 81. Schnitzelsammelrumpf zur schnellen Beladung der Landfuhrwerke.
„ 82. Schnitzeldurchfahrt für Eisenbahnwaggons.

Erläuterungen zu Tafel V.

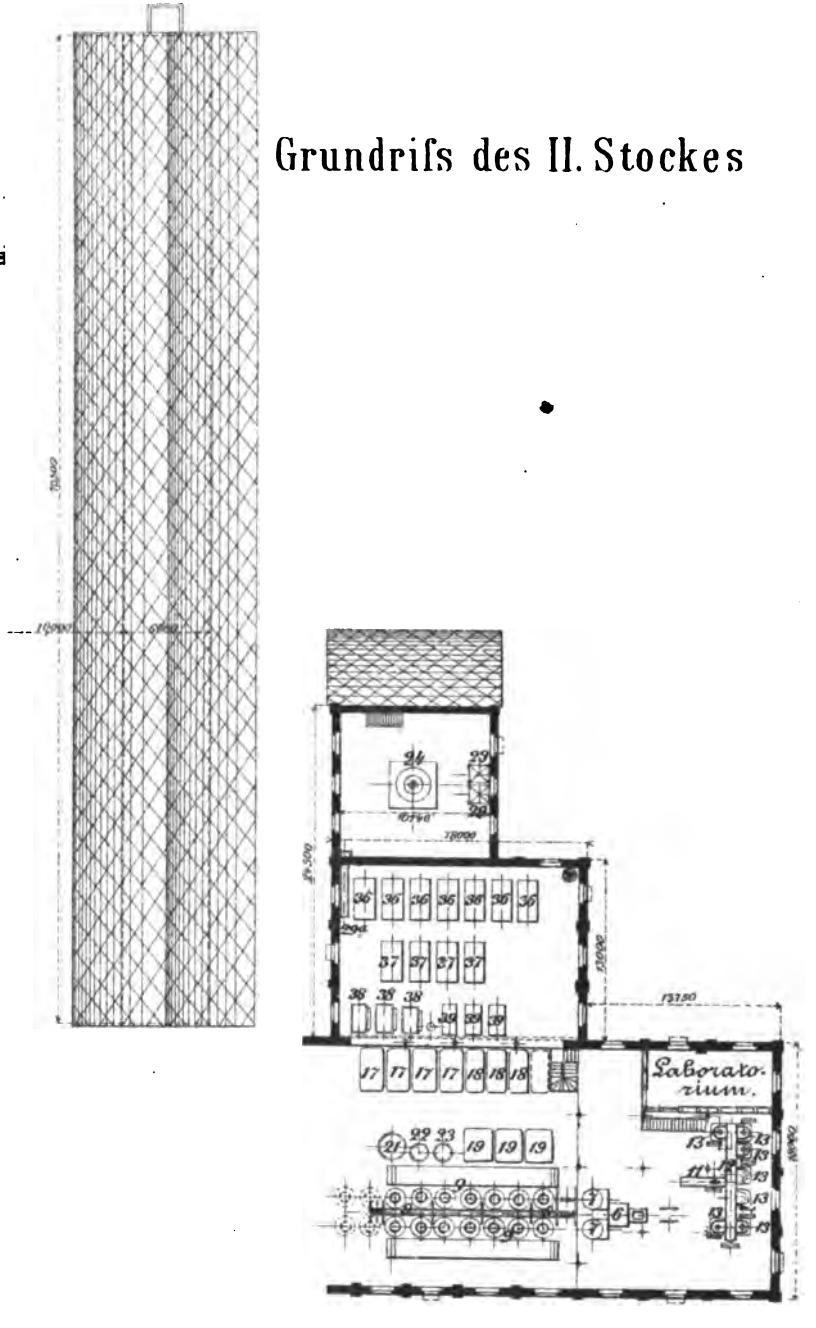
Nr. 1a. Schwemmrinne für Landfuhrwerke.
„ 1b. Schwemmrinnen für die Eisenbahn.
„ 2. Elevatorschnecke für Rüben.
„ 3. Rübenwaschmaschine mit Steinfängern.
„ 4. Rübenelevator.
„ 5. Selbstthätige Rübenwage.
„ 6. Rübenschneidmaschinen.
„ 7. Transporteur zum Verteilen der Schnitzel in die Diffuseure.
„ 8. Diffusionsbatterie.
„ 9. Diffusionswasserkalorisator.
„ 10. Schnitzelelevator.
„ 11. Schnitzelverteilungsschnecke.
„ 12. Schnitzelpressen.
„ 13. Schnitzeltransporteur zum Beladen der Eisenbahnwagen.
„ 14. Betriebsdampfmaschine.
„ 15. Scheidepfannen zur Trockenkalkscheidung.
„ 16. Saturationspfannen.
„ 17. Saturationspfannen zur II. Saturation.
„ 18. Saturationspfannen zur Dicksaftsaturation.
„ 19. Erster Rohsaftgegenstromkalorisator.
„ 20. Zweiter Rohsaftkalorisator.
„ 21. Kalorisator für die II. Saturation.
„ 22. Kalorisator für die Dicksaftsaturation.
„ 23. Kalkofen.
„ 24. Kühlglocke für Kohlensäure.
„ 25. Kohlensäurewäsche.
„ 26. Kohlensäuredampfpumpe.
„ 27. Kohlensäuresammelgefäß.
„ 28. Doppelfahrstuhl für Kalksteine.
„ 29. Kalksammelrumpf.
„ 30. Kalkwage.
„ 31. Schwefelofen.
„ 32. Filterpressen für die Säfte der I. Saturation.
„ 33. Filterpressen für die Säfte der II. Saturation.

Nr. 34. Hordenfilter für Dünnsaft.
„ 35. Filterpressen für Dicksaft.
„ 36. Absüßpumpe der Filterpressen.
„ 37. Schlammbahn.
„ 38. Schlammwagen.
„ 39. Dampfpumpwerk für saturierte Säfte.
„ 40. Dünnsaftkasten.
„ 41. Wärmeausgleicher.
„ 42. Saftkocher.
„ 43. Vierkörperverdampfapparat.
„ 44. Vakuumapparat.
„ 45. Saftfänger.
„ 46. Kondensatoren.
„ 47. Luftpumpenmaschine.
„ 48. Wasserhaltungsmaschine.
„ 49. Hilfsdampfwasserpumpe.
„ 50. Dicksaftpumpe.
„ 51. Sudmaischen.
„ 52. Maisch- und Transportrührwerk für Füllmasse.
„ 53. Centrifugen.
„ 54. Zuckertransporteur.
„ 55. Zuckerelevator.
„ 56. Zuckersieb mit Sammelrumpf.
„ 57. Zuckerwage.
„ 58. Zuckertransportwagen.
„ 59. Zuckertransportgleise mit Wendeplatten.
„ 60. Fahrstuhl im Zuckerhause.
„ 61. Nachproduktenmaische mit Pumpe.
„ 62. Syruppumpe.
„ 63. Betriebsmaschine für das Zuckerhaus.
„ 64. Dampfmaschine für elektrische Beleuchtung.
„ 65. Dynamo.
„ 66. Galloway-Zweiflammrohrdampfkessel.
„ 67. Dampfspeisepumpen.
„ 68. Wasserscheider in der Hauptdampfleitung.
„ 69. Kondenswassersammler.
„ 70. Hauptwasserbehälter.

Nr. 71. Fallwasserkasten.
„ 72. Dicksafteinziehekasten.
„ 73. Syrupeinziehekasten.
„ 74. Ablaufsyrupsammelgefäß.
„ 75. Behälter für II. Produkt.
„ 76. Behälter für Melasse.
„ 77. Dampfmaschine mit stehendem Kessel zum Betriebe der Werkstatt.
„ 78. Drehbank.
„ 79. Bohrmaschine.
„ 80. Schleifstein.
„ 81. Schmiedefeuer.

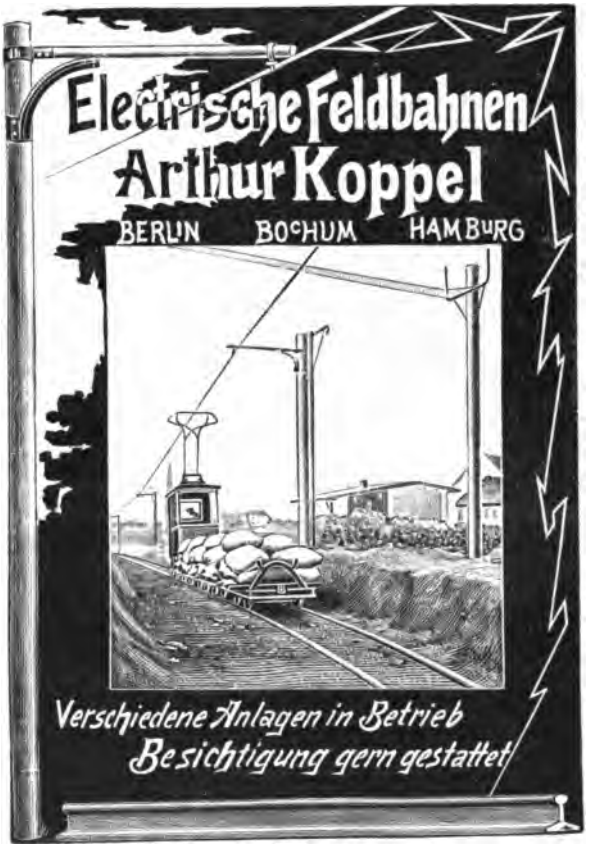
REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Grundrifs des II. Stockes



REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Anzeigen.


Electrische Feldbahnen
Arthur Koppel
BERLIN BOCHUM HAMBURG
Verschiedene Anlagen in Betrieb
Besichtigung gern gestattet

Fr. Rassmus

Gegründet 1866. Magdeburg.

Technisches Geschäft. Ingenieur-Bureau.

Special-Geschäft für Zuckerfabrik-Einrichtungen.

Neu-Einrichtung und Umbau von:

Rübenschwemmen, Hubrädern, Schnitzelstationen, Filterstationen, Sudhausanlagen, Transport-Anlagen jeder Art

wie

Rechen und Gurttransporteure, Schnecken etc.

Specialitäten:

Schnitzelmaschinen mit horizontaler Scheibe mit Rassmus-Messerkasten (D. R. P.)

Centrifugal-Schnitzelmaschine, System Rassmus.

Claritasfilter (D. R. P.), für Dünn- und Dicksäfte.

Control-Centrifugen, System Dr. Brumme (D. R. G. M.), mit electrischem oder Dampfturbinen-Antrieb sowie mit Dampfdeckvorrichtung.

Diffusions-Control- und Mess-Apparate.

Electrische und mechanische Signalisir- und Registrir-Apparate für die verschiedensten technischen Zwecke.

Cerny-Regulir-Messgefässe (D. R. P.), für den richtigen Abzug des Diffusionssaftes nach Zuckergehalt und Füllung.

Pülpefänger, System Rassmus.

Centripetal-Pülpefänger (D. R. G. M.).

Kalkmilchwaage (D. R. P.) — Cerny-Stolč — Modell 1898.

Schnitzelmesser, feine Werkzeuge.

Maschinen- und Kessel-Armaturen.

Anfertigung completer Rohrleitungen in Schmiedeeisen, Gusseisen oder Kupfer sowie vollständiger Heizeinrichtungen.

Reichhaltiges Lager

aller technischen Bedarfs-Artikel in anerkannt vorzüglichster Qualität.

Eigene Werkstätten für Neuausführungen und Reparaturen jeder Art. (7)

Sachgemässe Verwerthung von Patenten.

Otto Breustedt, Samenzüchter, Schladen a. Harz

(Eisenbahn, Post und Telegraph)

empfiehlt seinen durch alljährige zweckmässigste Selection (Stammersche Alkoholbreipolarisation) verbesserten **Kl. Wanzlebener Zuckerrübensamen: „Breustedts Elite"** (Hauptzucht) sehr zucker- und ertragreich, **„Breustedts Neuere Zucht"** vorwiegend zuckerreich, und **„Breustedts Elite A"** vorwiegend ertragreich, ebenso seinen **„Vilmorin blanche améliorée Zuckerrübensamen"** sowie seine

Elitezuchten in Getreide

(gewonnen durch Aussaat grösster Körner aus ausgesuchten besten Ähren) und

Kartoffel-Neuheiten

auf Grund komparativer Anbauversuche angelegentlichst.

Auf Wunsch Specialofferten und Mustersendungen gratis und franko.

Für Deutschland sowie für alle Rüben bauenden Länder der Erde habe ich fachkundige Vertreter, welche in den resp. Staaten ihren Wohnsitz haben, angestellt, deren Adressen ich auf Wunsch bekannt gebe und die bereit sind, verehrlichen Interessenten sofort in persönlicher Aussprache alles Nähere über meine Zuchten mitzutheilen. (2)

Aron Hirsch & Sohn

Messingwerk bei Eberswalde

empfehlen ihre folgenden Fabrikate:

Bleche aus Kupfer, Bronze, Messing, Aluminium, Blei, Zinn, Zinnlegirungen.

Specialität:

Bronze- und Messingscheiben für Oberflächen-Condensatoren.

Kupferne Feuerbuchsen.

Draht aus den vorstehend genannten Metallen.

Röhren **ohne Löthnaht** aus Kupfer, Bronze, Messing, verzinnt und unverzinnt. (3)

Telegramm-Adresse:
Maschinbau-
Braunschweig.

Abgekürzter Depeschenverkehr
nach dem Telegraphen-Schlüssel von
Staudt & Hundius u. nach A.I. Code.

Braunschweigische
Maschinenbau-Anstalt
Braunschweig

liefert auf Grund langjähriger Erfahrungen und in bewährtester Ausführung:

Sämmtliche
Maschinen und Apparate

für

Rübenzuckerfabriken,
Rohrzuckerfabriken,
Zuckerraffinerieen,
Brennereien zur Verarbeitung von Melasse, Zuckerrohr, Kartoffeln etc.
Spiritusraffinerieen.

Dampfmaschinen und Heissdampfmotoren Patent Schmidt.
Melasseentzuckerung nach Dr. Wohl's Patent.
Uebernahme aller in Zuckerfabriken und Raffinerieen vorkommenden Reparatur-Arbeiten.
Elektrische Beleuchtungs- und Kraftübertragungs-Anlagen.

Die Braunschweigische Maschinenbau-Anstalt hat bis jetzt **182 Neu-Anlagen** und **Umbauten** von **Zuckerfabriken** und **Raffinerieen** ausgeführt und **174 Diffusionen** eingerichtet. (1)

Specialkataloge, Preise, Referenzen stehen auf Wunsch zu Diensten.

Essener Flanschenfabrik und Stanzwerk

Ernst Hoefinghoff

empfiehlt:

Schmiedeeiserne Flanschen und Bordscheiben aller Art

aus bestem S. M. Flusseisen.

Ernst Hoefinghoff, Essen-Ruhr.

Umfangreiche Läger:

Berlin: Dr. Otto Götze, Schiffbauerdamm 21. Fernsprecher Nr. 953 Amt III.

Danzig: Carl Siede, Neugarten 19. Fernsprecher Nr. 53. (4)

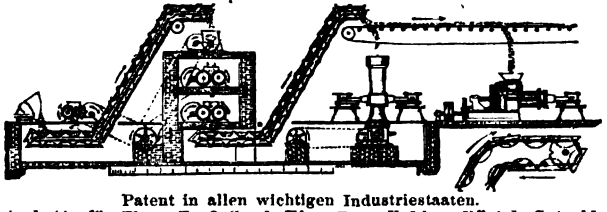
C. SCHLICKEYSEN

Rixdorf bei **Berlin** (direct am Bahnhof).

Maschinenfabrik für

Ziegel-, Torf-, Thonwaaren- und Mörtel-Fabrikation

empfiehlt als Neuestes:



Patent in allen wichtigen Industriestaaten.

Elevatorkette für Thon, Torf, Sand, Kies, Erze, Kohlen, Mörtel, Getreide etc. für grösste, ununterbrochen wirkende Massenförderung bei ruhigem Gang und geringem Kraftbedarf. (8)

Sicherheits-Riemscheibe. (Patent in den wichtigsten Industriestaaten). Dieselbe überträgt zum Schutz der Arbeitsmaschinen nur die Kraft auf letztere, auf welche sie je nach Bedarf eingestellt ist.

Ferner: **Maschinen für Dachziegel aller Art, Thonrohre jeder Weite, Betonbereitung, Erzbriketts, Chamotteziegel, Falzziegel, Fussbodenplatten in Thon und Cement, Handstreich-Ziegeleien.** Ferner: **Knet- und Formmaschinen für Ofenfabriken, chemische Industrie, Giessereien, Farbenfabriken, Kitt- und Seifen-Fabrikation, Wärmeschutzmasse, Trocknung breiiger Massen, technische Lehranstalten, Versuchsstationen etc.**

Goldene Staats-Medaille. Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896.

ROBERT KIEHLE, Leipzig,

Nähmaschinenfabrik, gegr. 1859

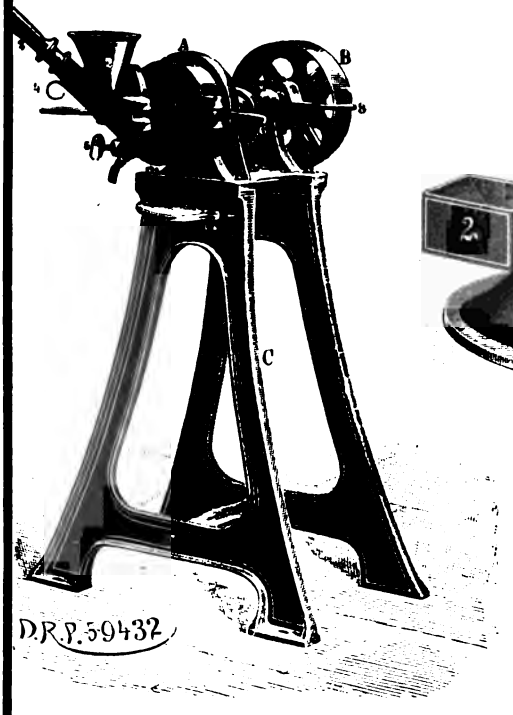
fabriziert als **Spezialität:**

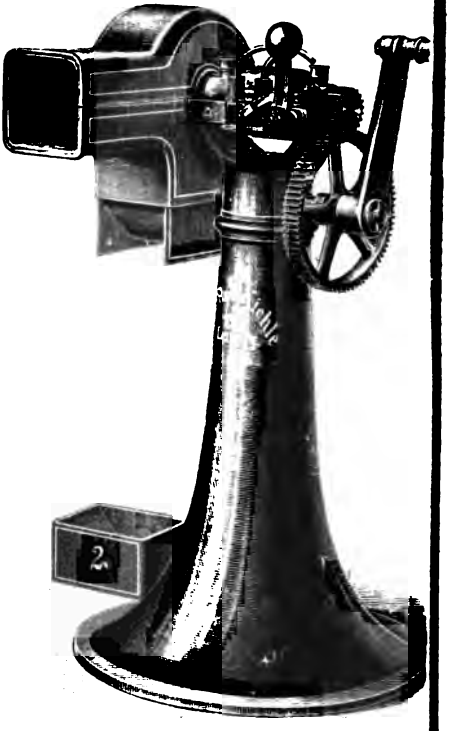
Rübenbrei-

sowie

Patent-

(5)





Schnitzel-
Brei-
Maschinen

zur Erzeugung **geschliffenen Breies** direkt zur Digestion fertig!

Maschinenfabrik Grevenbroich

(vorm. Langen & Hundhausen)

Grevenbroich — (Rheinprovinz)

Herstellung sämmtlicher Gegenstände für Einrichtung von

Rüben- u. Rohrzucker-Fabriken sowie Zucker-Raffinerien.

Unter Anderem:

Filterpressen eigener Construction, sowie Cizek-Pressen, Saftvorwärmer, Verdampf- und Kochapparate, Centrifugen mit unterer und oberer Entleerung, Granulatoren, Langen'sche mechanische Glühöfen.

Steffen'sche Melasse-Entzuckerungs-Anlagen.

Krystallisation in Bewegung

Patent Dr. Bock.

Raffinerie-Anlagen nach Langen'schem Verfahren mit Würfel-Anlagen nach Adant.

Eincylinder-, Verbund-, Dreicylinder- und Tandem-Betriebs-Dampfmaschinen

mit einfacher, Rider- und Ventilsteuerung eigenen Systems.

Condensations-Anlagen

aller Art nach eigenen Systemen und Patenten.

Centralcondensation.

Pumpmaschinen jeder Art, Luft- und Kohlensäurepumpen, auch Compressoren mit Druckausgleich, Saft-, Schlamm- und Speisepumpen, Transmissionen. (6)

Röhrenkühler, Berieselungskühler.

Kesselspeisewasser-Reiniger.

Fernsprech-Anschluss No. 7 und 136.	Telegramm-Adresse: Messerpaschen-Coethenanhalt.
Schmiedeeiserne oder **Grauguss-Schnitzelscheiben** verstärkter Construction zum Einlegen breiter oder **schmaler** Messerkasten von oben.	**Schmale Messerkasten** nach Wiehle mit kippbarem Messersitz D. R. G., in Ia. Temperguss. **Steinfänger-Vorlagen.**
Schärfmaschinen mit **Bestossapparat** für jedes Messerprofil. **400 Stück im Betriebe.** **Schleifmaschinen** für Bergreen'sche Hintermesser mit Corund-Schleifrad.	**Kraut- und Strohfänger** für Rüben-Schwemm-Rinnen. **Stahlbolzenkette** D. R. G. **Ewart'sche Treibketten.** **Schnecken** zum Transport von Zucker und Schnitzel.

Gegründet im Jahre 1863.

Maschinen- und Werkzeug-Fabrik Akt.-Ges.

vorm. **Aug. Paschen,**

COETHEN-BAHNHOF in Anhalt.

Eisenconstructions-Werkstätte, Eisengiesserei.

Specialitäten:

Schnitzelmaschinen, Schnitzelmesser.

Umbau und Umänderung alter Schnitzelmaschinen.

Transmissionstheile bewährtester Ausführung.

Füll-Transporteure für jede Stellung der Schnitzelmaschine.

Schnitzel-Bagger, Zucker- und Rüben-Elevatoren ganz aus Eisen.

Schüttelrinnen D. R.-P. **für Zucker. — Hubräder. — Rübenwäschen.**

Lager von Bedarfsartikeln für Zuckerfabriken.

Vertreter für Russland: **A. Bukowinski & J. Slaski, Kiew.**

Schnitzelscheiben für radiale Anordnung der Messerkasten-Oeffnungen, freien Schnitzelausgang nach unten und ansteigender Schneidebene, D. R.-P. 53644.	**Bergreen'sche Doppel-Messerkasten** D. R.-P. 63006 und **Doppel-Schnitzel-Messer** D. R.-P. 67276. **In mehr als 150 Fabriken eingeführt.**
Schnitzelpressen D. R.-P. 95086 mit Pressmänteln aus conisch gepresstem Drahte D. R.-P. 99547 und D. R. G. **Umänderung** vorhandener Pressen nach D. R.-P. 95086 und Lieferung einzelner Pressmäntel aus conisch gepresstem Drahte D. R.-P. 99547 und D. R. G.	**Fräser** sowie **Werkzeuge** aller Art unter Garantie. **Schnitzel-Messer-Feilen** in verschiedenen Qualitäten. **Riemenverbinder Lagrelle.** **Rohrreiniger, Drahtbürsten, Rübengabeln, Schnitzelgabeln, Schnitzelhaken, Schaufeln etc.** **Sämmtliche Façonschrauben** roh und blank bearbeitet. (10)
Transport-Anlagen für **ausgelaugte Schnitzel.**	**Rüben-Verwiegungs-Anlagen** bewährter Construction.

J. Zoebisch, Halle a. S.

Geschäftsbücher-Fabrik und Papier-Handlung.

Drahtheftung. **Specialität:** Patent-Rücken.

Betriebsbücher für Zuckerfabriken.

Geschäftsbücher, Landwirtschaftliche Register,

Buch- und Steindruck-Arbeiten.

Lager aller Sorten: (14)

Post-, Schreib-, Zeichen-, Concept-, Packpapiere etc.

Filtrierpapier und fertige Filter, Dichtpappen und Pressspähne.

Polarisation.

Apparate und Utensilien (9)

in anerkannt bestbewährter Ausführung empfehlen

Franz Schmidt & Haensch,

Berlin S., Stallschreiberstrasse No. 4.

Gegründet 1868! **Bestes Material!** **Vielfach prämiirt!**

Billigste Bezugsquelle!

Mech. Treibriemen-Weberei u. Seilfabrik

GUSTAV KUNZ, A.-G.

Treuen i. S. (16)

fertigt **Pa. Kameelhaar-Riemen mit Patent-Kante, Englisch gewebte Baumwoll-Riemen, gesteppte Baumwolltuch-Riemen, endlos gearbeitete Dynamo-** und **Centrifugen-Riemen, Hanfgurten** für Transporteure, Aufzüge etc. **Seile aus Draht, Baumwolle und Hanf** für alle Zwecke.

Pa Referenzen!

Ad. Strandes

Rittergut Zehringen bei Cöthen (Anhalt).

Zuckerrübensamen-Culturen

(seit 1872)

auf den Rittergütern **Zehringen** und **Klepzig** und der Domaine **Merzien.**

Meine Züchtung ist in Deutschland, Russland, Oesterreich-Ungarn, Frankreich, Belgien, Holland, Spanien, Italien, den Vereinigten Staaten, Süd-Amerika und Australien bestens eingeführt und erfreut sich alljährlich steigender Nachfrage. Eigenes Laboratorium zur Untersuchung und Selection der zum Samenbau verwendeten Mutterrüben; es wird bei der Auswahl der letzteren nicht allein auf höchsten Zuckergehalt, sondern auch auf grössten Ackerertrag, gute Form, Saftreichthum, höchsten Reinheitsquotienten und grösste Haltbarkeit in den Miethen Rücksicht genommen und ich lade alle Interessenten ein, sich durch Einsichtnahme in meine Culturen, Selectionsarbeiten und Zuchtregister von der Sorgfalt zu überzeugen, mit welcher ich dem Rübensamenbau obliege.

Die Polarisation (Alkohol-Digestion) der im letzten Herbst geernteten, im März dieses Jahres untersuchten und zur Fortzucht benutzten Mutterrüben ergab folgendes Resultat:

55,62 %	enthielten	von	17,5	bis	17,9 %	Zucker	in	der Rübe
36,85 %	„	„	18,0	„	18,4 %	„	„	„ „
5,21 %	„	„	18,5	„	18,9 %	„	„	„ „
2,32 %	„	„	19.0	„	20,0 u. mehr %	„	„	„ „

Die Rüben waren sämmtlich von tadelloser Form und hatten ein Durchschnittsgewicht von

699 Gramm. (13)

Beste Referenzen zahlreicher Abnehmer des In- und Auslandes stehen zu Diensten.

Getrocknete Biertreber

als vortheilhaftestes Mischfutter mit Melasse,

bereits in zahlreichen grösseren Fabriken in Anwendung,

empfiehlt die

Actien-Gesellschaft für Trebertrocknung, Cassel.

Repräsentant: **Ernst Paul Abel, Berlin, W. 62.**

Lützowufer 9. (11)

Telegrammadresse: Biertreber Berlin.

H. PUTSCH & CO.,

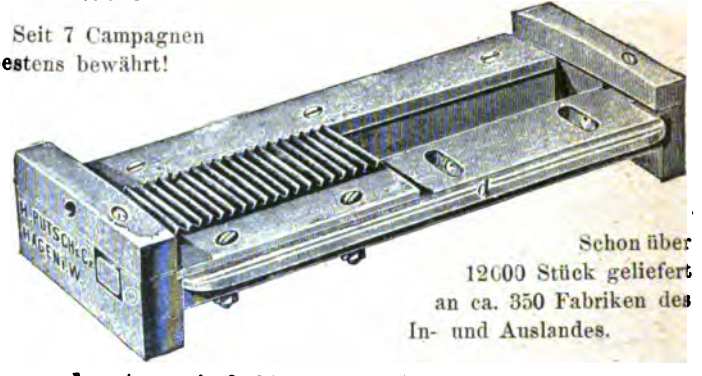
Hagen in Westfalen,

fabriziren und liefern als Spezialität:

Schnitzelmesser aus prima Tiegelgussstahl.
Schnitzelmesser-Feilen aus prima englischem Gussstahl.
Schneidscheiben für schmale und breite Messerkasten.

Messerkasten mit drehbarem und verstellbarem Messersitz,
D. R. P. No. 54549.

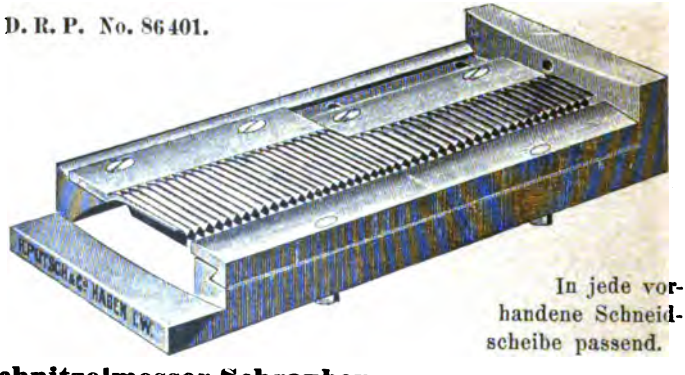
Seit 7 Campagnen bestens bewährt!



Schon über 12000 Stück geliefert an ca. 350 Fabriken des In- und Auslandes.

Messerkasten mit drehbarer Schwalbenschwanz-Vorlage,

D. R. P. No. 86401.



In jede vorhandene Schneidscheibe passend.

Schnitzelmesser-Schrauben.
Centrifugensiebe aus Kupfer und Messing, mit conischer und jeder anderen gangbaren Lochung.
Gelochte Bleche jeder Art. (15)
Alle Sorten von **Werkzeugen.**

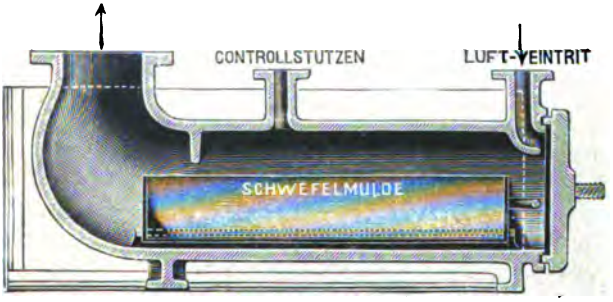
Dampfpflüge

bauen wir in den bewährtesten Constructionen
von **Mk. 28,000** an.

Strassenlocomotiven und Dampf-Strassenwalzen

bauen wir gleichfalls als Specialitäten in allen praktischen Grössen und zu den mässigsten Preisen.

John Fowler & Co.
in Magdeburg.



Schwefelofen ganz in Wasser liegend.

D. R.-G.-M. 106150

vorzüglich für Zuckerfabriken.

Einrichtung von Stärkefabriken und Brennereien.

Georg Woite, Maschinenfabrik, Dessau.

JULIUS PETERS

BERLIN NW. 21, Thurmstrasse 4,

Optisch-mechanische Werkstätten.

Polarisations-Apparate

mit **neuer patentirter Quarzkeilbefestigung**

zur Vermeidung von durch Pressung auf die Quarzkeile hervorgerufenen Beobachtungsdifferenzen und gleichzeitig zur Verbesserung des Halbschattenbildes.

Neu: Rüben-Polarisationsapparat mit voller drehbarer **Vergrösserungsscala** und feststehendem Zeiger. Intervallgrösse der direct ablesbaren Zehntelgrade ca. 2 mm. (20)

Neu: Beobachtungsröhren mit Einfüllstutzen, welcher gleichzeitig zur Aufnahme störender Luftbläschen wie auch zur Aufnahme eines Thermometers zwecks Temperaturermittelung der Flüssigkeit dienen kann.

Sämmtliche polarimetrische Utensilien.
Einrichtung completter Laboratorien.

Prima-Referenzen. **Preislisten gratis und franco.**

Calorimeter zur Ermittelung des Heizwerthes von Brennmaterialien nach Dr. Kroeker.

Fabrik-Bedarfsartikel

für Maschinen-Industrie, Bergwerksbau, Zucker-Industrie sowie Landwirtschaft

liefert (21)

Gustav Robert Bauermeister

Fernspr. No. 707. ***Braunschweig*** *Hagenring 34.*

Riemen aus { Leder, Gummi, Balata, Kameelhaar, Baumwoll } **Gummi** { Platten, Schläuche, Ringe, Klappen, Walzen } **Asbest** { Platten, Schnüre, Packungen aller Systeme } **Oele** { Cylinder-, Transmissions-, Dynamo-, Gasmotoren-, Rüb- u. Compressor- }

Putzwollen, Baupumpen, Jauchepumpen, Decimalwaagen, Flaschenzüge, Blasebälge, Feldschmieden, Ventilatoren, Winden, Karren, Armaturen.

Lager technischer Artikel. Preiscourante und Offerten gratis und franko.

Export nach allen Ländern.

Worthington Pumpen Compagnie Act.-Ges.

Telegramme:
Wortpumpen, Berlin.

Berlin, C. 2.

Telephon:
Amt V, No. 3931.

Worthington Dampfpumpen aller Art,

liegend oder stehend, **Wasser-Cylinder** aus Kanonenmetall oder aus Eisen, allen Gebrauchsbedingungen angepasst.

Kesselspeisepumpen, Feuerlöschpumpen,

Reservoirpumpen, Saftpumpen,

Brüdenpumpen, Pumpen mit Sammelgefäss,

Verbund- u. Dreifach-Expansions-Dampfpumpen,

Worthington Dampf Luftpumpen

für Ein-, Zwei-, Drei- und Mehrkörper-Verdampf-Apparate.
Als trockene sowie als nasse Luftpumpe ausgeführt.

Anfragen erbeten. (19)

Melasse-Torfmehlfutter

D. R.-P. No. 79 932,

worin die nachtheilige Wirkung der Melassesalze infolge der physicalischen und chemischen Eigenschaften des Torfmehls unschädlich gemacht ist, daher

einzig rationelles Melassefutter.

Nicht als Concurrenz sonstiger Melassegemische aufzufassen, sondern **zur Selbstvermischung mit anderen Futterstoffen** (welche erfahrungsmässig in Melassemischungen oft in verdorbener, geringwerthiger Qualität geliefert werden und Krankheiten hervorrufen), wodurch allein Garantie für wirklich gesundes Melassefutter geboten.

Hervorragendes Sanitätsfutter,

ca. 40 pCt. Zucker. (24)

Prospecte gratis und franco durch

W. SCHWARTZ,

Hannover, Heinrichstrasse 18.

Trocknungsanlagen

für Rübenschnitzel

prämiirt mit Ausschluss aller Concurrenz vom Verein für die Rüben-Industrie des Deutschen Reiches.

Melassetrocknung Pat. Wüstenhagen.

Elevatoren für Nass- und für Trockenschnitzel.

Kettentransporteure,

Schnecken, Transmissionen, Dampfmaschinen etc.

Apparate zur Reinigung des Wassers von Eisen
Pat. H. v. d. Linde und Dr. Hess.

BÜTTNER & MEYER

in **Uerdingen a. Rh.** (22)

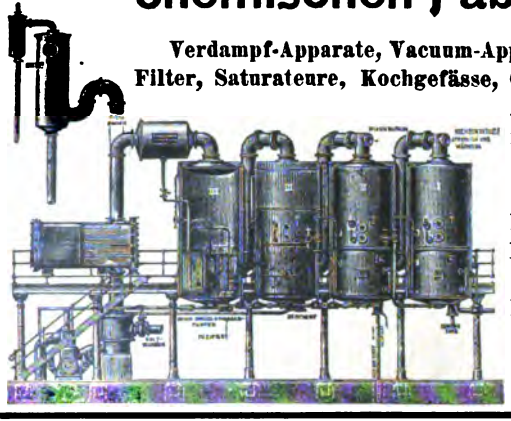
F. Hallström, Nienburg, Saale,

Kupfer-, Metall- und Eisenwaaren-Fabrik

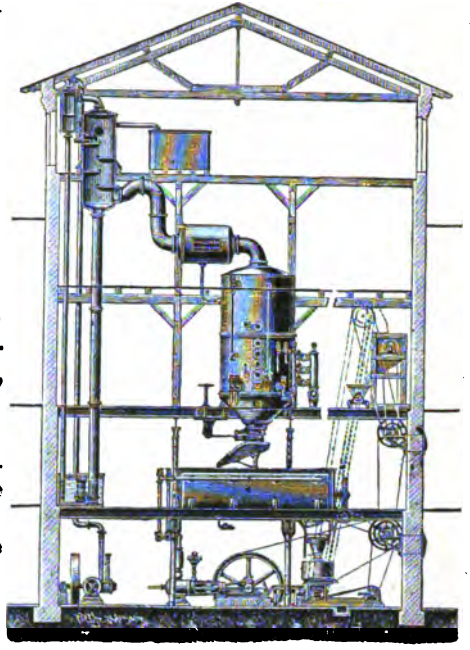
— gegründet 1849 —

empfiehlt sich zur Lieferung von Einrichtungen von

Zuckerfabriken,
Brennereien, Spritfabriken,
chemischen Fabriken.



Verdampf-Apparate, Vacuum-Apparate, Wärm-Apparate, Filter, Saturateure, Kochgefässe, Condensatoren, Maisch-Apparate, Brenn-Apparate, Sprit-Apparate, Extractions-Apparate, Luftpumpenmaschinen, Dampfmaschinen. Compl. kupferne und eiserne Rohrleitungen. Messingene und eiserne Armaturen. (25) Messingene Apparatrohre ohne Naht.



P. Suckow & Comp., Breslau

Inhaber: **Robert Meyer**

empfehlen als Specialität:

Rübenmühlen zur Herstellung des geschliffenen Rübenbreies für die Untersuchungsmethode nach Dr. Stammer.

Dampfkessel-Armaturen.

Säurebeständige Ventile, Pumpen, Ejecteure etc.

System R. Meyer.

Oelgasanstalten, vollkommenste Construktion, seit 30 Jahren auf das Beste bewährt. (26)

Electrische Beleuchtungsanlagen.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10.

Stammer's Taschenkalender

für

Zuckerfabrikanten.

Dreiundzwanzigster Jahrgang 1899/1900.

Herausgegeben und

vollständig neu bearbeitet von

Dr. R. Frühling, Direktor der Schule für Zuckerindustrie in Braunschweig

und

Dr. Henseling, Direktor der Aktien-Zuckerfabrik in Dingelbe.

In Leder gebunden, Preis 4 Mark.

Stammer's Zuckerkalender ist in seiner neuen Bearbeitung ein zuverlässiger und unentbehrlicher Ratgeber, der sich in den Händen aller Zuckertechnicker befinden sollte, weil sie aus demselben täglich praktischen Nutzen ziehen können.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Den neunhundertsten Fuchs
fing Herr Förster J. Ernst in Bekmerhagen b. Sundwig (Westf.)
in unseren **900** Universal-Eisen
No. 11a u. b bis November v. Js.
neben vielem anderen Raubzeug.
Illustrirten Preiscourant über sämmtliche (17)
Raubthierfallen, Thontauben-Wurfmaschinen, Wildlocken etc. gratis.
Neu! Mühe'scher Jagdhochsitz D. R.-G.-M. No. 104 851.
E. Grell & Co., Raubthierfallenfabrik, Haynau i. Schles.
Prämiirt mit goldenen und silbernen Medaillen im In- und Auslande.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10.

Der Rübenbau.

Für Landwirte und Zuckerfabrikanten bearbeitet von

F. Knauer.

Siebente Auflage,

herausgegeben von

Dr. Titus Knauer.

Mit 34 Textabbildungen. Gebunden, Preis 2 M. 50 Pf.

Mentzel und von Lengerke's

Landwirtschaftlicher Hülfs- und Schreib-Kalender

52. Jahrgang.

Herausgegeben vom Wirkl. Geh. Ob.-Reg.-Rat Dr. **H. Thiel,**
Minist. Dir. im Kgl. Pr. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

I. Teil (Taschenbuch) gebunden. — II. Teil (Jahrbuch) geheftet.

Ausgabe mit 1/2 Seite weiss Papier pro Tag. In Leinen geb. 2,50 M., in Leder geb. 3 M.
Ausgabe mit 1/1 Seite weiss Papier pro Tag. In Leinen geb. 3 M., in Leder geb. 4 M.

Illustriertes
Landwirtschafts-Lexikon

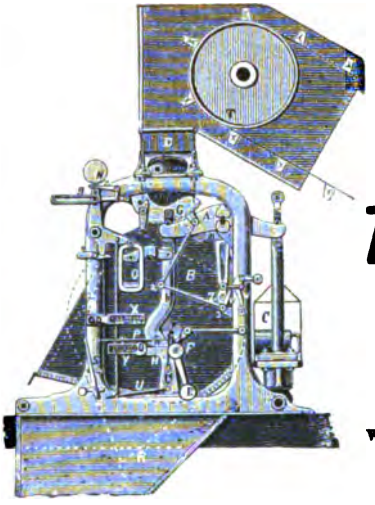
(Begründet von Prof. Guido Krafft.)

Dritte, neubearbeitete Auflage

unter Mitwirkung von Geh.-Rat Prof. Dr. **Frank**-Berlin, Oberforstrat Dr. **Fürst**-Aschaffenburg, Prof. Dr. **Gisevius**-Königsberg, Geh.-Rat Prof. Dr. Frhr. v. d. **Goltz**-Poppelsdorf, Ldw.-Lehrer **Kutscher**-Hohenwestedt, Hofgärtn. **Lebl**-Langenburg, Prof. Dr. **Lehmann**-Göttingen, Prof. Dr. **Lintner**-München, Amtsger.-R. **Löwenherz**-Köln. Reg.-Baumeister **Meyer**-Buxtehude, Dr. **S. v. Nathusius**-Breslau, Prof. Dr. **Ramm**-Poppelsdorf, Geh. Med.-R. Prof. Dr. **Siedamgrotzky**-Dresden, Prof. Dr. **Strecker**-Leipzig, Prof. Dr. **Stutzer**-Breslau, herausgegeben von Geh.-Rat Prof. Dr. **Werner**-Berlin.

Mit 1100 Textabbildungen. Gebunden, Preis 23 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.



Unsere

allein aichfähige

Automatische Zuckerrübenwaage „Chronos“

war in den vergangenen Jahren u. A. in den Zuckerfabriken:

Aderstedt	Elsdorf	Holland	Opalenitza II	Spreckels, Cal.
Aisleben	Frankenthal	Hueneme, Cal.	Oschatz	Stöbnitz
Anklam I	Fraustadt	Januszpol	Ossendorf	Tessin
Anklam II	Friedrichsthal	Kalnik	Ottleben	Tlumacz
Auschitz	Gross-Gerau	Katharein	Petöhaz	Trachenberg
Barau	Gerlebogk	Klettendorf	Prerau	Tschupachowka
Bay City	Gernsheim	Königstadt	Querfurt	Gr.-Umstadt
Bedburg	Gestüthof	Kornin	Radegast	Unter-Bučic
Alt-Benatek	Glauzig	Kosten	Radotin	Waghäusel
Bisenz	Gostyn	Kouřim	Rautheim	Wetterau
Botfalu	Greifenberg	Libňowes	Rosenthal	Wischau
Brallow	Gröbers	Lobositz	Salzwedel	Wismar
Buschanka	Gröningen	Löbz	Samter	Woltowtzy
Czaslau	Güstrow	Lužec	Santa Maria	Zakolan
Chropin	Hatschein	Malchin	St. Louis Park	Zörbig
Crockett	Hattersheim	Maltsch a. O.	Sárvár	Gr.-Zünder
Dietzdorf	Heilbronn	Olchowetz	Senigallia	Züttlingen
Dirschau	Helmsdorf	Offstein	Skrochowitz	
Dormagen	Hohenmauth	Opalenitza I	Schpickow	

zur vollen Zufriedenheit ihrer Besitzer in Betrieb.

Ferner gelangte dieselbe in diesem Jahre in den Zuckerfabriken:

Alma	Ferrara	Montepulciano	Pontelagoscuro II	Tschaschelwitz
Ames	Friedland	Napagedl	Předmeřitz	Vlkava, 2 Stück
Bay City	Hejsin	Orp-le-Grand	Regensburg	Vranovic
Blagodatensk	Jaropowcy	Osipow	Rochester	Gr.-Wanzleben
Caro	Kalamazoo	Oxnard (Nachb.)	Satanow	Waverly
Elbekosteletz	Koberwitz	Parma	Schwittersdorf	West Bay City
Elsnigk	Körbisdorf	Pekin, 2 Stück	Stössen	Zduny
Farinello	Lebjasche	Pontelagoscuro I	Stuttgart	

zur Aufstellung.

Vorzügliche Zeugnisse stehen zur Verfügung.

Im Interesse prompter Lieferung bitten wir gefl. Aufträge möglichst bald ertheilen zu wollen.

Hennefer Maschinenfabrik C. Reuther & Reisert m. b. H.

Hennef a. d. Sieg (Rheinprovinz). (27)

Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

Deutsche Landwirtschaftliche Presse.

(Begründet 1874.)

Erscheint Mittwochs und Sonnabends.

Wöchentlich eine Handelsbeilage. Monatlich eine Farbendrucktafel.

Durch jede Postanstalt oder Buchhandlung bezogen, Preis vierteljährlich 5 M.

Die „Deutsche Landwirtschaftliche Presse" ist nach Inhalt und Ausstattung eine Fachzeitung großen Stils und hat eine zweifache Aufgabe: sie dient einerseits der **Förderung der agrarischen Interessen** in der Wirtschaftspolitik und andererseits dem Fortschritte in der Wissenschaft und Praxis von Ackerbau, Viehzucht und den landw. Gewerben.

Was die „Deutsche Landwirtschaftliche Presse" besonders auszeichnet, ist:

Sachlichkeit und Gründlichkeit in der Erörterung der wirtschaftspolitischen und sozialen Tagesfragen durch bedeutende Fachgenossen, hohe Beamte, Parlamentarier 2c.

Energische Vertretung aller landwirtschaftlichen Interessen bei Behörden und Parlamenten.

Beste fachmännische Artikel über rationelle Technik und Betriebsweise der Landwirtschaft und ihrer Nebengewerbe.

Berichterstattung über beachtenswerte Fortschritte und sonstige Erscheinungen land- und volkswirtschaftlicher Art im Auslande, besonders England und Amerika.

Freier „Meinungsaustausch" für Vertreter verschiedener Richtungen, unter Wahrnehmung parlamentarischer Formen.

Kostenfreier „Fragekasten" mit zuverlässiger Auskunftserteilung aus Theorie und Praxis.

Reiche und künstlerisch wertvolle Illustrationen im Texte, namentlich von hervorragenden Tieren nach Originalphotographieen und von neuen Pflanzenzüchtungen nach Originalexemplaren; desgleichen Porträts bedeutender Fachgenossen und illustrierte Beschreibungen ganzer Wirtschaften.

Ansprechendes Feuilleton aus dem Gebiete der Jagd, des Sports, landwirtschaftlicher Studienreisen 2c.

Wöchentlich eine Handelsbeilage mit übersichtlichen Mitteilungen über Stand und Bewegung der Preise landwirtschaftlicher Produkte und Verbrauchsartikel an den Hauptplätzen Deutschlands und des Auslandes, sowie über die den Landwirten gezahlten Viehpreise auf Grund specieller Privatberichte der Abonnenten. Diese „Handelsbeilage" soll dem Landwirt vor allem helfen, die Weltmarkt-Konjunkturen zu überblicken und den preisdrückenden Bestrebungen des Zwischenhandels entgegenzuarbeiten.

Wegen der großen Verbreitung

bestes Blatt für alle landwirtschaftlichen Anzeigen

(35 Pfg. die Einheitszeile).

Expedition: Berlin SW., Hedemannstraße 10.

Probenummern mit Handelsbeilage u. Farbendrucktafel umsonst u. postfrei.

C. HECKMANN

Berlin SO., Görlitzer Ufer 9 * Breslau, Brüderstrasse 27

Kupfer-, Messing- und Eisenwaaren-Fabrik,

liefert als Specialität:

Verdampfapparate

liegend (Kofferform) oder stehend (Rieselung von unten), als Triple- und Quadrupleeffets mit Brüdenanwärmung für alle Stationen.

Vacuum-Apparate

aus Kupfer und Eisen, eigene, ausgezeichnet bewährte Construction (D. R.-G.).

Krystallisatoren Grossé

zur gänzlichen Aufarbeitung der Nachprodukte während der Rüben-Campagne.

Gegenstrom-Vorwärmer und Gegenstrom-Condensatoren

bei Erreichung des grösstmöglichen Effectes in Wasserersparniss und Luftleere.

Central-Condensations-Anlagen,

Schaumabscheider,

Patent Heckmann, zur Verhinderung jeglichen Saftverlustes.

Saturateure, Filter, Diffuseure, Montejus, Sudmaischen etc.

Kupfer-, Bronce- u. Messingrohre

ohne Naht, nach Patent Mannesmann, glatt und hart gezogen, oder mit oben verdickten Enden, als bestes Mittel gegen Zerstörung durch Ammoniakgase (D. R.-G.).

Kupferbleche, gelöthete Kupferrohre, kupferne Façon- und Knierohre.

Ia. französisches Schlageloth

in jeder Qualität und Körnung.

Ventile, Hähne, Condenstöpfe,

Saftprobenehmer, continuirliche Saftauslaufvorrichtungen mit Messapparat, Schauglasfassungen und alle sonstigen Armaturen. (28)

Central-Dampf- und Wasserheizungs-Anlagen.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10.

Kampfbuch

gegen die

Schädlinge unserer Feldfrüchte.

Für praktische Landwirte bearbeitet

von

Dr. A. B. Frank,

Prof. u. Vorstand d. Instituts f. Pflanzenschutz a. d. Ldw. Hochschule zu Berlin.

Mit 20 Farbendrucktafeln

erkrankter Pflanzen und deren Beschädiger.

Gebunden, Preis 16 M.

Handbuch

der

Spiritusfabrikation.

Von **Dr. Max Maercker,**

Geheimer Regierungsrat, o. ö. Professor an der Universität, Vorsteher der agrikulturchemischen Versuchs-Station Halle a. S.

Siebente, vollständig neubearbeitete Auflage.

Mit 216 in den Text gedruckten Abbildungen.

Gebunden, Preis 22 Mark.

Handbuch der chemischen Mittel gegen Pflanzenkrankheiten.

Herstellung und Anwendung im Grossen.

Bearbeitet von

Dr. M. Hollrung,

Vorsteher der Versuchsstation für Pflanzenschutz zu Halle a. S.

Gebunden, Preis 4 M. 50 Pf.

Friedrich Engel's Handbuch des landw. Bauwesens

mit Einschluss der

Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe.

Achte Auflage.

Neubearbeitet von **A. Schubert,** landwirtschaftlicher Baumeister in Höxter.

Mit 1225 Textabbildungen.

Ein starker Band in Quartformat. Gebunden, Preis 20 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Waagen-Specialfabrik

von

August Boehmer & Co.

Magdeburg-Neustadt, Inslebenerstr. 9

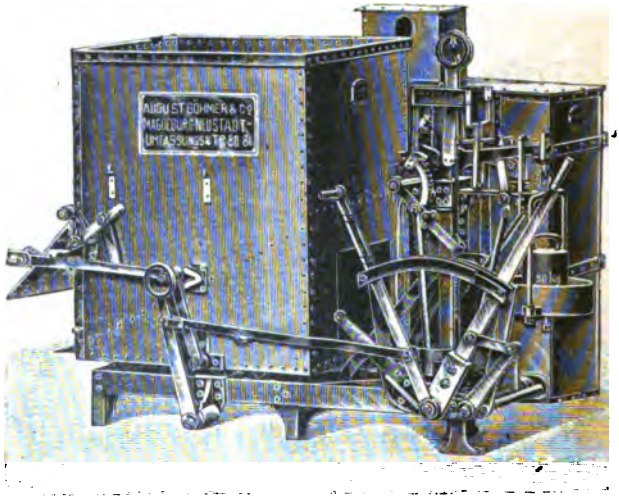
empfiehlt als besondere Specialitäten für **Zuckerfabriken**

Eigene Erfindung. **Kontroll-Waagen** Eigene Erfindung.

bereits über 300 Stück im Betrieb,

als **Hängebahn-, Rollbahn-** oder **Kastenwaagen-Ausschüttung** beliebig.

Ohne Konkurrenz.



Zucker-, bezw. Rüben-Kontroll-Waage.

Centesimal-Waagen jeder Grösse

mit Hebel-Entlastung (keine Winde). D. R.-P.

Für Fuhrwerke und Eisenbahnen, letztere **mit** und **ohne Geleisunterbrechung** nach den neuesten Erfahrungen mit Gewichtsschale oder Laufgewicht und Kartendruckapparat (erhabener Druck).

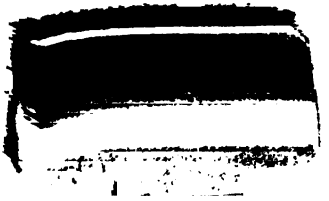
D. R.-P.

Dezimal- und Steuer-Waagen

in Eisen oder Holz, mit anerkannt bester, gesetzlich geschützter Entlastung.

Man verlange Prospekte. (29)

Tüchtige, erfahrene Monteure jederzeit zur sofortigen Verfügung.

YC 97639

TP330
S
1893
77135